

28 JAN 2005

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年8月19日 (19.08.2004)

PCT

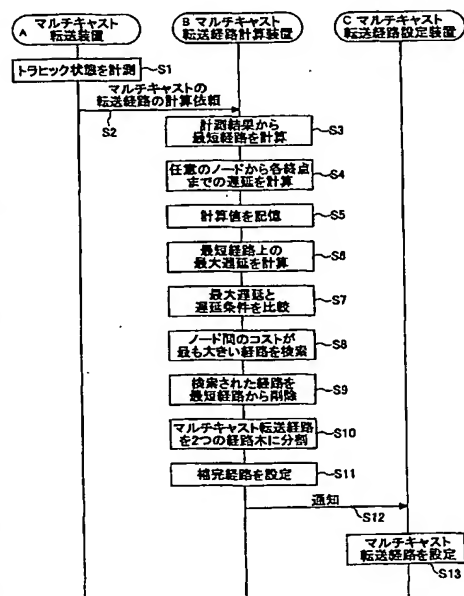
(10) 国際公開番号
WO 2004/071032 A1

- (51) 国際特許分類: H04L 12/56
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001246
- (22) 国際出願日: 2004年2月6日 (06.02.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-031605 2003年2月7日 (07.02.2003) JP
特願2003-038782 2003年2月17日 (17.02.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 安川 正祥 (YASUKAWA, Seisho) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 杉園 幸司 (SUGISONO, Koji) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宇賀 雅則 (UGA, Masanori) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: MULTICAST TRANSFER ROUTE SETTING METHOD, AND MULTICAST LABEL SWITCHING METHOD FOR IMPLEMENTING FORMER METHOD

(54) 発明の名称: マルチキャスト転送経路設定方法、及びそれを実現するためのマルチキャストラベルスイッチング方法



A...MULTICAST TRANSFER DEVICE
B...MULTICAST TRANSFER ROUTE CALCULATION DEVICE
C...MULTICAST TRANSFER ROUTE SETTING DEVICE
S1...MEASURE TRAFFIC STATE
S2...ASK FOR CALCULATION OF MULTICAST TRANSFER ROUTE
S3...CALCULATE SHORTEST ROUTE ON THE BASIS OF MEASUREMENT RESULT
S4...CALCULATE DELAYS FROM GIVEN NODE TO END POINTS
S5...STORE CALCULATED VALUES
S6...CALCULATE MAXIMUM DELAY ON SHORTEST ROUTE
S7...COMPARE MAXIMUM DELAY WITH DELAY CONDITION
S8...SEARCH FOR ROUTE WITH HEAVIEST COST BETWEEN NODES
S9...EXCLUDE SOUGHT ROUTE FROM SHORTEST ROUTES
S10...DIVIDE MULTICAST TRANSFER ROUTE INTO TWO ROUTE TREES
S11...SET SUPPLEMENT ROUTE
S12...NOTIFICATION
S13...SET MULTICAST TRANSFER ROUTE

(57) Abstract: A multicast transfer route setting method wherein the shortest route in terms of delay time out of the routes from a starting point to end points is determined by calculation, the delays from a give node on the shortest route to the end points and the maximum delay are calculated, the maximum cost route is excluded from the shortest route according to a selection criterion effective in reducing the cost of the overall tree if the maximum delay meets the delay condition, the multicast transfer route is divided into two route trees, another route determined by calculation is set as a supplement route for the excluded route to interconnect the tow route trees. When a multicast label switching route is set, a shared multicast label switching route is set through a first layer label of the hierarchical labels and partial multicast label switching routes addressed to a sub-group in a lower layer. A relay node judges hierarchical labels to carry out label switching of all the hierarchical labels.

[続葉有]



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

マルチキャスト転送経路設定方法において、始点と複数の終点を結ぶ、遅延時間の最短経路を計算し、最短経路上の任意のノードから各終点間の遅延、及び最大遅延を計算し、最大遅延が遅延条件を満たす場合には、木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い、最大コスト経路を最短経路から削除し、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を2つの経路木を結ぶために、削除した経路の補完経路として設定する。また、マルチキャストラベルスイッチング経路を設定するときに、階層化ラベルを用いて、第一階層ラベルで共有マルチキャストラベルスイッチング経路を設定し、下位階層でサブグループ宛ての部分マルチキャストラベルスイッチング経路を複数設定する。さらに、中継ノードが階層化ラベルを判定して、階層化ラベル全体でラベルスイッチングする。

明 細 書

マルチキャスト転送経路設定方法、及びそれを実現するためのマルチキャストラベルスイッチング方法

5

技術分野

本発明は、マルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体に係り、特に、マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体に関する。

また、本発明は、マルチキャストラベルスイッチング方法に係り、特に、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、上記マルチキャスト通信経路設定技術におけるマルチキャストソースノードからマルチキャストリーフノードグループまでの、効率的なマルチキャスト配信（転送）を可能とするマルチキャストラベルスイッチング方法に関する。

また、本発明は、マルチキャストラベルスイッチング方法をVPN（仮想閉域網）サービスに適用したマルチキャストラベルスイッチング方法に係り、MPLS（マルチプロトコルラベルスイッチング Multi Protocol Label Switching）を用いたVPN内で、PE（プロバイダエッジ）ルータ間に効率的に、各PEルータが収容するVPNサイトの条件に応じてプロバイダネットワーク内に最適なマルチキャストラベルスイッチング経路を設定するマルチキャストラベルスイッチング通信方法に関する。

背景技術

- コンピュータネットワーク上で、動画や音声を特定多数のユーザに配送するマルチキャスト通信が注目を集めている。この通信方式は、経路の始点と選択された1つ以上の終点を結ぶ経路のうち、経路が分かれる部分において情報をコピーし、各終点へと情報を配送する。特定多数の終点と始点とを1対1で通信を行うユニキャスト通信を用いて情報を配送した場合、終点の数だけ始点は情報を用意する必要がある。よって、マルチキャスト通信を用いることにより、ネットワーク内の情報量は減少する。マルチキャスト通信では特定多数の終点をマルチキャストグループと呼ばれる管理単位で管理し、マルチキャストグループに対して1つの転送経路が設定される。この転送経路は始点からマルチキャストグループに属する全ての終点を接続するように設定される。また、あるマルチキャストグループへと転送される情報を取得したいユーザは、マルチキャストグループに参加することで情報を取得する。このため、ユーザの参加状況に応じて転送経路は変化する。

- マルチキャスト通信を用いるアプリケーションとして、テレビ会議やオンラインゲーム、映画やテレビ等の動画配送があげられる。このうち、テレビ会議ではデータ転送遅延が重要な性能項目となる。通常行われる会話では、音声が届くまでの遅延が100ms以下である場合、違和感なく会話ができることが分かっている。このため、これらのアプリケーションを使用してサービスを提供する際、顧客が満足するサービスを提供するためには、ある一定値以下の遅延を実現することが重要となる。このようなサービスを提供する手段として、始点から終点までのデータの転送経路を選択する際、アプリケーションが要求する遅延条件を満たす経路を選択する方法が存在する。

- また、マルチキャスト通信における経路計算において、経路全体のコストを小さくすることが、ネットワーク管理者の作業の軽減や経路使用者が支払う経路使用料の観点から要求される。このため、テレビ会議などのサービスを実現するためには、遅延条件を満たしつつ、経路全体のコストを小さくすることを目的としたアルゴリズムが要求される。このような経路選択アルゴリズムを **Delay constrained multicast algorithm** と呼ぶ。近年、このような遅延に厳しいアプリケーションを提供するために、**Delay constrained multicast algorithm** の実現方法に

注目が集まっている（例えば、下記文献1、文献2参照）。

現在提案されている方式のうち、遅延条件を満たすコストの小さい経路を計算することで経路全体のコストを削減するという観点で優れている方式がある。この方式は以下のような手続を実行する。

5 ① 始点と各終点を結ぶ最短経路を計算する。

② 計算された経路の中に存在する、始点、終点、経路の分岐点のうち、同種の2点間、もしくは異種の2点間を接続し、経路の中間点として始点、終点、経路の分岐点を含まない経路の中で、最も2点間のコストが大きいものを選択し、削除する。

10 ③ 削除した結果、2分割された経路木T1とT2が生成される。ここで、T1は始点を含む部分経路木、T2はそれ以外の部分経路木とする。

④ 2つの経路木に属する任意の点を端点とし、始点、終点間で被る遅延が予め提示してある条件を満たす経路を削除した経路の補完経路として計算し、そのうち最もコストの小さいものを経路木に追加する。

15 ⑤ 続いて、次にコストの大きい項目②記載の経路を探索する。

⑥ すべての経路の補完経路を探索し終わるまで②～⑤の手続を繰り返す。

この技術をテレビ会議などのサービス実現時に適用することで、ある上限値以下の転送遅延を実現する転送経路を計算することが可能となる（例えば、文献2参照）。

20 これら背景技術は以下の文献に記載されている。

（文献1）

V. Kompella 他、“Multicast routing for multimedia communication,” IEEE/ACM Transactions on Networking, Volume: 1 Issue: 3, pp. 286-292, June 1993

25 （文献2）

Q. Zhu, 他、“A source-based algorithm for delay-constrained minimum-cost multicasting,” proc in IEEE INFOCOM '95, vol. 1, pp. 377-385, 1995

しかしながら、上記の遅延条件を満たすコストの小さい経路を計算することで経路全体のコストの削減を図る技術では、以下のような問題がある。当該技術で

は、計算に必要な時間が大きいことが報告されている。

また、当該技術は、リンクの上りと下りの遅延が同じであるとの想定のもとに計算を実行する。通常、ネットワーク内のリンクで被る遅延は方向によって異なる。従来技術をこのような状況に対応できるように拡張するには、次のような動作が必要となる。

5 (1) 補完経路追加時に補完経路の終点（部分木T 2内に存在する）からT 2に存在する終点までの経路の再計算を実行。

 (2) 再計算結果に対し、始点－終点間で被る遅延値を計算し、遅延条件を満たすことを確認。条件を満たさない場合次にコストの小さい経路を選択し、

10 (1) の処理を行う。

 また、再計算の実施に伴い、変更前の経路では、遅延条件を満たしていない終点に変更後条件を満たさなくなるという事例が多く発生することが予想される。この事態による経路の再計算などの問題が生じるため、より計算時間が大きくなることが予想される。

15 迅速なサービスの提供を実現するためには、経路設定を短時間で行うことが求められる。しかし、上記の従来方式を採用した場合、経路計算に多くの時間を消費するため、サービス開時間に遅延が生じる。

 一方、上記マルチキャスト通信経路設定技術により計算された経路設定に基づきマルチキャスト転送経路を設定する技術として、MPLS（マルチプロトコル
20 ラベルスイッチング）を用いることができる。例えば、MPLSによるポイント・ツー・マルチポイント（point-to-multipoint）のラベルスイッチング経路を設定し、ラベルスイッチング転送するものがある（例えば、文献3参照）。

 また、MPLSを用いたVPN内でマルチキャスト転送を可能にする技術として、FIG. 23に示すような技術がある。同図に示す例では、VPNサイト内
25 のPIM (Protocol Independent Multicast)インスタンスとプロバイダネットワーク内のPIMインスタンスを区別する。PEルータには、収容するVPNサイト毎にPIMインスタンスをハンドリングするVRFテーブルを具備する。さらに、プロバイダネットワーク側にはプロバイダネットワーク共通のPIMインスタンスを具備する（例えば、文献4参照）。

これら背景技術は以下の文献に記載されている。

(文献3)

<http://www.ietf.org/internet-draft/draft-yasukawa-mpls-rsvp-multicast-01.txt>

(Extended RSVP-TE for Multicast LSP Tunnels) IETF

5 (文献4)

<http://www.ietf.org/internet-draft/draft-rosen-vpn-mcast-04.txt>

(Multicast in MPLS/BGP VPNs) IETF

しかしながら、従来のMPLSを用いてマルチキャスト配信経路を設定する技術は、MPLSによるポイント・ツー・マルチポイントのラベルスイッチング経路を設定し、ラベルスイッチング転送することは可能であるが、設定されるラベルスイッチング経路は、一階層のポイント・ツー・マルチポイントのラベルスイッチング経路であるため、当該ラベルスイッチング経路を用いてラベルスイッチされる入力トラヒックは、全て同一の宛先に転送される。つまり、ラベルスイッチング経路を構成する全リーフノードまでラベル転送される。FIG. 24に当該技術の問題を示す。同図の例では、プロバイダエッジルータPE#1よりプロバイダエッジルータPE#2, 3, 4に第一階層のマルチキャストLSP (Label Switched Path) が設定されている。このため、プロバイダエッジルータPE#1が収容するカスタマエッジルータCE#A1, B1, C1のトラヒックは、プロバイダエッジルータPE#2, 3, 4配下の各グループの視聴状態に関わらず同一のトポロジで転送されてしまう。これは、ネットワークの転送効率の観点から考えると、不要なポイントにマルチキャストトラヒックを転送することに相当するので望ましくない。例えば、プロバイダエッジルータPE#2配下にはC1グループの受信者が存在しないが、C1グループのトラヒックを配信することにより、ネットワークリソースの過剰利用を引き起こしている。

25 このように、当該技術を用いたラベルスイッチングは、ポイント・ツー・マルチポイントと同一の転送トポロジのラベル転送を実現する。このため、設定したポイント・ツー・マルチポイントのラベルスイッチLSPを共有し、ラベルスイッチLSPを構成するリーフノードグループの部分集合であるサブグループにマルチキャスト配信しようとする、サブグループを構成するリーフノード以外に

もマルチキャストラベル転送されてしまい、部分マルチキャスト転送できない問題が生じる。

さらに、MPLSのVPN上でマルチキャスト転送を実現する技術では、プロバイダネットワーク内にPIM-SMマルチキャストルーティングプロトコルの実装を要求する。FIG. 23に示すVPNマルチキャスト技術では、VPNサイト内のPIMインスタンスとプロバイダネットワーク内のPIMインスタンスを区別する。PEルータには、収容するVPNサイト毎にPIMインスタンスをハンドリングするVRFテーブルを具備する。

さらに、プロバイダネットワーク側には、プロバイダネットワーク共通のPIMインスタンスを具備する。このとき、プロバイダネットワークのPEルータ間にVPNサイト毎にマルチキャスト配信経路を、ランデブーポイントを用いて形成する。FIG. 23の例では、VPN#AとVPN#Bのマルチキャスト経路が設定されている。PIM-SM (Protocol Independent Multicast Sparse Mode) は広く知られているように、IPマルチキャストルーティングプロトコルであり、マルチキャスト配信を実現する場合にランデブーポイントを要求するため、ランデブーポイントが単一障害ポイントとなり信頼性に欠ける点、さらに、IPマルチキャストルーティングプロトコルであるため、プロバイダネットワークにマルチキャスト配信経路を設定するものの、QoS (Quality of Service) を確保したパスの設定、トラヒックに応じたパス経路設定ができないため、ネットワークのエンド・エンドで厳密なQoS保証、トラヒックエンジニアリングが実現できない問題が生じる。

さらに、プロバイダネットワーク内のPルータ (プロバイダルータ) にマルチキャスト状態 ((S, G), (*, G)) のハンドリングを要求する、PIM-SMはマルチキャストトラヒックの視聴状態に応じてマルチキャストの経路上でマルチキャスト状態を頻繁に変更するため、プロバイダコアの高速Pルータにこのような頻繁な状態変化を高頻度で要求するため、ネットワーク全体としてスケールしない課題がある。

さらに、VPN毎マルチキャスト経路を設定するため、プロバイダネットワーク内のマルチキャストコネクション数が増大する問題、さらに、マルチキャスト

コネクション内でのトラヒック配信パターンを制御できないため、VPNサイト内に複数のマルチキャストトラヒックが存在する場合には、不要なトラヒックを受信者がいないVPNサイトにも配送してしまう問題がある。

5 発明の開示

- 本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、マルチキャスト転送経路の計算速度の向上を実現し、始点と終点の間で被る遅延値に制限値が生じるときの経路全体のコストの削減を実現できる、マルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体を提供することを目的とする。

また、本発明は、マルチキャストラベルスイッチング経路内のリーフノードの異なる部分集合を構成するサブリーフグループ毎にマルチキャスト配信が可能になる、マルチキャストラベルスイッチング方法を提供することを目的とする。

- さらなる本発明の目的は、仮想閉域網内でプロバイダエッジルータ間に共有マルチキャスト経路を設定しながらも、仮想閉域網内のトラヒックパターンに応じて最適なマルチキャスト配信を実現するマルチキャストラベルスイッチング方法を提供することである。

- 上記目的のうち、少なくとも一つを達成するため、本発明の一態様によるマルチキャスト転送経路設定方法は、マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法において、

- マルチキャスト転送装置が、

マルチキャストネットワーク内のリンク毎に、かつ該リンクにデータが流れる際の進行方向毎にトラヒックの状態を計測し、計測結果をマルチキャスト転送経路計算装置に送信することでマルチキャスト転送経路設定装置はマルチキャスト転送経路の計算依頼を行い、

マルチキャスト転送経路計算装置が、

計算依頼として取得した計測結果に基づいて、始点と複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、最短経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録し、

- 5 計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算し、

最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、もし該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、最短経路に合致する条件が見つかった場合には、計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定し、

計算した計算結果をマルチキャスト転送経路設定装置に通知し、

- 15 マルチキャスト転送経路設定装置が、

受け付けた計算結果に従い、マルチキャスト転送経路を設定する。

本発明の別の態様によるマルチキャストネットワークにおけるマルチキャスト転送経路計算装置は、

- 20 マルチキャストネットワークにおけるトラヒック状態の計測結果を受信する計測結果受信手段と、

受信した計測結果を記憶する計測情報記憶手段と、

計測結果を計測情報記憶手段に格納する計測結果格納手段と、

計測結果を計測情報記憶手段から読み取り、該計測結果に基づいて経路計算を行う経路計算手段と、を有し、

- 25 経路計算手段は、

始点と複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路遅延計算手段と、

計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計

算手段と、

最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との

- 5 3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索する最大コスト経路検索手段と、
検索された経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割する経路木分割手段と、

- 10 別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算手段と、を有する。

本発明のさらに別の態様によるマルチキャスト転送経路計算プログラムは、受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマル

- 15 チキャスト転送経路計算プログラムであって、

始点と複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路遅延計算ステップと、

- 20 計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算ステップと、

最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との

- 25 3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算ステップとからなる。

上記のように、本発明では、補完経路の終点を削除対象の経路の終点到固定することで、最短経路の部分木のうち削除対象の経路の終点を根とする部分木の形状を変更することなく、マルチキャスト転送経路を作成することが可能である。

- さらに、本発明では、補完経路を木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い選択することで、従来広く用いられている始点と終点間の最短経路を転送経路に採用していたマルチキャスト転送経路計算装置に比べて、経路のコスト削減に有効である。また、本発明では、既存のネットワーク内のトラヒック状態を示すネットワーク計測情報の収集機能を利用するだけで、容易に転送経路の計算をすることが可能となる。そして、ネットワーク計測情報をマルチキャスト転送経路計算装置が取得することは容易であり、転送経路計算のために必要なネットワーク計測情報を収集するために新たなプロトコルの開発を必要としないという利点がある。

- 本発明のさらに別の態様によるマルチキャストラベルスイッチング方法は、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストソースノードからマルチキャストリーフのグループノードにマルチキャスト配信用のラベルスイッチング経路を設定するマルチキャストラベルスイッチング方法において、

ソースノードから全てのリーフノードにポイント・ツー・マルチポイント の最上位階層のラベルスイッチ経路を設定し、

- 設定されたポイント・ツー・マルチポイント のラベルスイッチング経路のリーフノードグループより任意の宛先リーフノードを抽出した複数のサブグループに対して、該サブグループ毎に第二階層のラベルで第一階層のラベルスイッチング経路の部分ツリーを構成する複数の第二階層のラベルスイッチング経路を設定し、

- 階層化された第一階層のラベルスイッチング経路と第二のラベルスイッチング経路を用いて、ラベルスイッチングするときに入力側のラベルエッジルータが第二階層のラベルに対応した宛先リーフグループ宛の宛先アドレスを持つトラヒックを対応する階層化ラベルに割り当て、付与し、

中継ラベルスイッチルータは、第一階層、第二階層のラベルペアに応じて、パケットをラベルスイッチし、

中継ノードが、ポイント・ツー・マルチポイント ラベルスイッチング経路の分

岐ノードとして指定される場合には、入力ラベルペアを複数の出力分岐に対応する出力ラベルに置き換え、出力分岐毎にコピーし、

出力ラベルエッジルータは、入力された階層化ラベル packets を階層ラベルのグループを判定しながら、ラベル除去しながら出力ラインにスイッチングし、

- 5 ポイント・ツー・マルチポイント の LSP 内に、第一階層のリーフグループノードのうち、異なる宛先サブグループを構成する複数の第二階層の第一階層の部分ツリーを構成する第二階層のポイント・ツー・マルチポイント の LSP を用いて、第一階層のラベルスイッチング経路を共有しながら、第二階層のサブグループ毎にトラヒックをラベルスイッチングする。
- 10 上記のように、本発明は、マルチキャストラベルスイッチング経路を設定するときに、階層化ラベルを用いて、第一階層ラベルで共有マルチキャストラベルスイッチング経路を設定し、下位階層でサブグループ宛の部分マルチキャストラベルスイッチング経路を複数設定する点、さらに、中継ノードが階層化ラベルを判定して、階層化ラベル全体でラベルスイッチングする点を特徴とする。従来の技術では、マルチキャスト転送時には、階層化ラベルの技術が具備されても、同一
- 15 トポロジですべてのリーフにマルチキャスト転送されてしまう点、階層化ラベルがあった場合には、第一階層のみラベルスイッチング情報として利用され、第二階層以下のラベルは分岐ポイントでラベル値を変更することなしに、コピーされてしまう点において大きく異なる。
- 20 また、本発明は、VPN マルチキャストに関しては、第一階層ラベルを RFC2547bis アーキテクチャと同様に PE ルータ間を接続するための共有ポイント・ツー・マルチポイントのラベルスイッチパスのラベルスイッチ用に利用する点、第二階層のラベルを PE ルータが収容する VPN サイト用のラベルスイッチに利用する点、第三階層を VPN サイト内のトラヒッククラスを区別するためのラベル
- 25 スイッチに利用する点を主要な特徴とする。従来の技術とは、共有マルチキャストラベルスイッチングパスを用いることでプロバイダネットワーク内に効率的にマルチキャスト配信経路を設定している点、さらに設定マルチキャスト配信経路により VPN サイト内のトラヒック条件に合わせて最適な配信経路でマルチキャスト転送が可能のため、プロバイダネットワーク内に不要なマルチキャストコピ

ートラヒックを発生することなく効率的なネットワーク運用が可能な点が異なる。

このように、本発明では、個々のマルチキャストトラヒックの宛先グループ、QoS要求条件に応じて最適な共有マルチキャスト通信経路を設定することが可能となる。さらに、ネットワーク全体で帯域を有効活用できるので高性能なマル

- 5 チキャスト配信ネットワーク、VPNネットワークを構築することが可能となる。

本発明のその他の目的、特徴、長所は、図面を参照して以下の詳細な説明を読めば明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

- 10 FIG. 1は、本発明の原理を説明するための図である。
FIG. 2は、本発明の原理構成図である。
FIG. 3は、本発明の一実施の形態における概要を説明するための図である。
FIG. 4は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路計算装置の構成図である。
- 15 FIG. 5は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路設定装置の構成図である。
FIG. 6は、本発明の一実施の形態における転送経路計算アルゴリズムのフローチャートである。
FIG. 7は、本発明の一実施例の対象ネットワークの一例である。
- 20 FIG. 8は、本発明の一実施例のデータ転送の始点と各終点を結ぶ経路のうち遅延最小経路を示す図である。
FIG. 9は、本発明の一実施例の削除対象経路計算を示す図である。
FIG. 10は、本発明の一実施例のコスト最大経路削除後に作成される部分経路を示す図である。
- 25 FIG. 11は、本発明の一実施例の補完経路計算用トポロジである。
FIG. 12は、本発明の一実施例の補完経路計算結果を示す図である。
FIG. 13は、本発明の一実施例の経路計算結果を示す図である。
FIG. 14は、本発明の第1の実施の形態における接続VPNサイト(CE)を考慮した最適PEルータ間マルチキャスト配信パターンである。

FIG. 15は、本発明の第1の実施の形態における接続VPNサイト (CE) を考慮した最適PEルータ間マルチキャストシグナリングである。

FIG. 16は、本発明の第1の実施の形態における接続VPNサイト (CE) を考慮した最適PEルータ間マルチキャスト配信接続を実現する階層化ツリー指定シグナリングである。

FIG. 17は、本発明の第1の実施の形態におけるマルチキャスト配信経路の例である。

FIG. 18は、本発明の第1の実施の形態におけるVPN#Aのサブツリーである。

FIG. 19は、本発明の第1の実施の形態における最適PEルータ間マルチキャスト配信接続を実現する階層化ツリー指定シグナリングで指定されるMPLSラベル交換テーブルである。

FIG. 20は、本発明の第1の実施の形態におけるサイト内のマルチキャストソースの配信パターンを考慮した最適マルチキャスト配信経路設定法を示す図である。

FIG. 21は、本発明の第1の実施の形態におけるPE間のマルチキャスト配信経路交換メカニズムを説明するための図である。

FIG. 22は、本発明を適用したVPNモデルである。

FIG. 23は、従来の技術におけるVPNモデル (Rosen) である。

FIG. 24は、従来のPEルータ間のマルチキャストコネクションとVPNサイト内CEへのマルチキャスト転送パターンである。

発明を実施するための最良の形態

FIG. 1は、本発明の原理を説明するための図である。

本発明は、マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法である。FIG. 1を参照して、各

ステップについて説明する。

- マルチキャスト転送装置は、マルチキャストネットワーク内のリンク毎に、かつ該リンクにデータが流れる際の進行方向毎にトラヒックの状態を計測する（ステップ1）。そして、計測結果をマルチキャスト転送経路計算装置に送信すること
- 5 により、マルチキャスト転送経路計算装置にマルチキャスト転送経路の計算依頼を行う（ステップ2）。

- マルチキャスト転送経路計算装置は、マルチキャスト転送装置から計算依頼として取得した計測結果に基づいて、始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し（ステップ3）、最短経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し（ステップ
- 10 4）、計算した値を記憶媒体に記録する（ステップ5）。マルチキャスト転送経路計算装置は、その後、計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算し（ステップ6）、計算した最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較する（ステップ7）。もし予め与えられた遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定する。もし最短経路に合致する条件が見つかった場合には、計算された最短経
- 15 路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し（ステップ8）、検索された該経路を該最短経路から削除して（ステップ9）、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割する（ステップ10）。
- 20 そして別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定し（ステップ11）、計算結果をマルチキャスト転送経路設定装置に通知する（ステップ12）。

マルチキャスト転送経路設定装置は、受け付けた計算結果に従い、マルチキャスト転送経路を設定する（ステップ13）。

- 25 FIG. 2は、本発明の原理構成図である。本発明に係る、マルチキャストネットワークにおけるマルチキャスト転送経路計算装置は、以下の手段を有する：マルチキャストネットワークにおけるトラヒック状態の計測結果を受信する計測結果受信手段130、受信した計測結果を記憶する計測情報記憶手段112、計測結果を計測情報記憶手段112に格納する計測結果格納手段111、計測結果

を計測情報記憶手段 1 1 2 から読み取り、該計測結果に基づいて経路計算を行う
経路計算手段 1 2 0。

- 5 経路計算手段 1 2 0 は、さらに以下の手段を有する：始点と複数の終点を結ぶ
最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算
し、計算した値を記憶媒体 1 2 2 に記録する最短経路遅延計算手段 1 2 1 1、計
算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算手
段 1 2 1 2、最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わな
い場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場
合には、最短経路計算手段 1 2 1 1 で計算された該最短経路において、始点と終
10 点と経路の分岐点との 3 種類の異なる種類のいずれか 2 つのノード、もしくは同
種の 2 つのノードを端点とし、かつ途中に、該 3 種類のノードを含まない任意の
部分経路群から両端の 2 つのノード間のコストが最も大きい経路を検索する最大
コスト経路検索手段 1 2 1 3、検索された経路を該最短経路から削除して、マル
チキャスト転送経路を 2 つの経路木に分割する経路木分割手段 1 2 1 4、及び別
15 に計算された経路を該 2 つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経
路として設定する補完経路計算手段 1 2 1 5。

以下、図面と共に本発明の実施の形態を説明する。

F I G. 3 は、本発明の一実施の形態における概要を説明するための図である。
なお、同図中の () 内の番号と以下の説明の番号は対応するものとする。

- 20 本発明は、始点から終点まで転送される際に被る遅延値に上限値が存在する場
合のマルチキャストネットワーク内のマルチキャスト転送経路設定方法である。
そして、当該マルチキャストネットワークは、マルチキャスト転送装置 3 0 0 が
設けられた複数のノードにより構成されており、また、各ノードのいずれかのノ
ードにマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 または、マルチキャスト転送経路
25 設定装置 2 0 0 が設けられている。

そして、ネットワーク内のマルチキャスト転送装置 3 0 0 が、各リンクで発生
するデータ転送遅延などを示すネットワーク計測情報をデータが流れる方向毎に
収集し (1)、そして、マルチキャスト転送装置 3 0 0 がマルチキャスト転送経路
計算装置 1 0 0 やマルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 にネットワーク計測情

報を通知する(2)。そして、マルチキャストにより転送するデータの転送経路の設定の必然性が生じたときに、マルチキャスト転送経路設定装置200とマルチキャスト転送経路計算装置100によって後述する処理に従い、データの転送経路の設定が実行される。

- 5 本発明においては、マルチキャスト転送装置300は、ノード間で転送されるデータのネットワーク計測情報を収集する機能を有し、マルチキャスト転送経路計算装置100は、転送経路を計算する機能を有し、マルチキャスト転送経路設定装置200は、転送経路を設定する機能を有する。また、1つのノードが複数の上述した装置の機能を有している場合もある。
- 10 ここで、マルチキャスト転送経路設定装置200とマルチキャスト転送経路計算装置100が異なる装置である場合には、マルチキャスト転送経路設定装置200がマルチキャスト転送経路計算装置100への転送経路計算を依頼する(3)。マルチキャスト転送経路計算装置100は、自身の経路計算モジュールに経路計算を指示する(4)。また、マルチキャスト転送経路設定装置200とマルチキャスト
- 15 スト転送経路計算装置100が同一装置である場合、マルチキャスト転送経路設定装置200が自身の経路計算モジュールに経路計算を指示する(4)。そして、マルチキャスト転送経路設定装置200もしくは、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算モジュールが、収集した情報をもとに転送経路を計算する(5)。そして計算結果は、マルチキャスト転送経路設定装置200の経路設定モ
- 20 ジュールに通知され(6)、当該計算結果を受信したマルチキャスト転送経路設定装置200がデータのマルチキャスト転送経路を設定する。なお、上述のネットワーク計測情報を収集する機能においては、すでに提案されているOSPF-T E (Open Shortest Path First-Traffic Engineering) や、IS-IS-TE (Intermediate System-Intermediate System-Traffic Engineering) などの隣接
- 25 ノード間でのネットワーク計測情報を交換する機能が備わった経路計算プロトコルを拡張して用いることにより、ネットワーク計測情報を収集する。

また、マルチキャスト転送経路計算装置100は、マルチキャスト転送装置300からネットワーク計測情報を受信する機能と、かつ転送経路の計算結果を送信するパケット転送機能と、経路計算に使用するアルゴリズムを実現するプログ

ラム、ネットワーク計測情報や経路計算プログラムや経路計算結果を保存する記憶媒体と、並びに、経路計算を実行する経路計算機能とにより構成される。

- また、本発明で使用する経路計算プログラムは、転送経路の始点から各終点までの最短経路を計算する機能と、最短経路の経路を行う手順の中で計算される経路上の点から各終点までの最短遅延を計算する機能と、最短経路を構成する経路のうち、始点、終点、経路の分岐点のいずれかを端点とし、経路の中間点に始点、終点、経路の分岐点を含まない一続きの経路から最大のコストを有する経路を検索する機能と、検索結果となる経路を削除し、削除された経路を補完する経路として、経路の終点が削除された経路の終点であり、経路の始点が、削除された経路の始点を含む最短経路の部分木を構成する任意のノードのうち最もコストの小さいものを選択する機能を有する。

- 上記の機能により、本発明では、補完経路の終点を削除対象の経路の終点に固定することで、最短経路の部分木のうち削除対象の経路の終点を根とする部分木の形状を変更することなく、マルチキャスト転送経路を作成することが可能である。

- さらに、本発明では、補完経路を木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い選択することで、従来広く用いられている始点と終点間の最短経路を転送経路に採用していたマルチキャスト転送経路計算装置に比べて、経路のコスト削減に有効である。また、本発明では、既存のネットワーク内のトラヒック状態を示すネットワーク計測情報の収集機能を利用するだけで、容易に転送経路の計算をすることが可能となる。そして、ネットワーク計測情報をマルチキャスト転送経路計算装置 100 が取得することは容易であり、転送経路計算のために必要なネットワーク計測情報を収集するために新たなプロトコルの開発を必要としないという利点がある。

- 次に、本発明のマルチキャスト転送経路設定方式を実現するために必要なマルチキャスト転送経路計算装置 100 とマルチキャスト転送経路設定装置 200 について説明する。

FIG. 4 は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路計算装置 100 の構成を示す。同図に示すマルチキャスト転送経路計算装置 100 は、

ネットワーク内のノードや各ノードをつなぐリンクで発生する遅延やコストに関するネットワーク計測情報を管理する情報管理部 110 と、転送経路を計算する経路計算部 120 と、送受信するパケットを処理するパケット処理部 130 より構成される。そして、マルチキャスト転送経路計算装置 100 のパケット処理部 130 が、情報管理部 110 で管理されるネットワーク計測情報や経路計算依頼の受信や、経路計算部 120 が計算した転送経路の計算結果のマルチキャスト転送経路設定装置 200 への送信を行う。

5 情報管理部 110 は、プロトコルを処理するルーティングプロトコルモジュール 111 と、そのプロトコルによって得られたネットワークのトポロジや遅延、コストなどのネットワーク計測情報を管理する計測情報記憶部 112 とを備えている。

また、経路計算部 120 は、転送経路を計算する経路計算モジュール 121 と、計算結果を記憶する計算結果記憶部 122 とを備えている。

15 また、パケット処理部 130 は、到着したパケットの種別を判断し、そのパケットを転送、または情報管理部 110 に送るパケット処理モジュール 131 とパケット転送先を記録するパケット転送テーブル記憶部 132 と、一または複数のネットワークインタフェース 133 とを備えている。

FIG. 5 は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路設定装置の構成を示す。

20 同図において、マルチキャスト転送経路設定装置 200 は、ネットワーク内のノードやリンクで発生する遅延やコストに関する情報を管理する情報管理部 210 と、自身の処理により発生する遅延やコストなどを測定する測定部 220 と、新たなデータフローが発生したときに経路設定を行う経路設定用プロトコル処理部 230 と、到着したパケットを処理するパケット処理部 240 により構成される。

25 そして、情報管理部 210 の基本構成は、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の情報管理部 110 と同様であり、ルーティングプロトコルモジュール 211 と、計測情報記憶部 212 を備えている。

また、測定部 220 は、パケット処理部 240 が備えるネットワークインタフ

エース 243 (後述する) の状態や、ネットワーク上の各ノードの処理の遅延などの情報を測定する測定モジュールを備えている。

5 パケット処理部 240 は、到着したパケットの種別を判断し、パケットの転送を行い、また、新規の経路設定の決定を判断するパケット処理モジュール 241 と、パケットの転送先を記録するパケット転送テーブル記憶部 242 と、ネットワークインタフェース 243 を備えている。

また、マルチキャスト転送経路設定装置 200 は、経路計算部 250 を備えており、経路計算部 250 は、転送経路を計算する計算処理モジュール 251 と、計算結果を記憶する計算結果記憶部 252 とを備えている。なお、転送経路の計算をマルチキャスト転送経路設定装置 200 が行う場合には、この経路計算部 250 がマルチキャスト転送経路計算装置 100 と同様の処理を行う。

15 経路設定用プロトコル処理部 230 は、パケット処理部 240 から経路設定依頼を受信し、その経路設定依頼のマルチキャスト転送経路計算装置 100 への送信処理を行う。また、経路設定用プロトコル処理部 230 は、マルチキャスト転送経路計算装置 100 から受信した転送経路の計算結果に従ってデータ転送のための転送経路を設定する機能を有する。

20 なお、マルチキャスト転送経路計算装置 100 とマルチキャスト転送経路設定装置 200 が同一ノードである場合には、そのノードは、マルチキャスト転送経路計算装置 100 とマルチキャスト転送経路設定装置 200 の各処理部を有し、上述の各処理を行う。また、マルチキャスト転送装置 300 の機能が同一のノードに備えられる場合には、経路設定用プロトコル処理部 230 は、隣接するノードに対して経路計算依頼を行う。

次に、上記のマルチキャスト転送経路計算装置 100、マルチキャスト転送経路設定装置 200、マルチキャスト転送装置 300 の動作を説明する。

25 ネットワーク内のマルチキャスト転送装置 300 の機能を有するノードは、常にネットワークのトポロジや遅延やコストを表すネットワーク計測情報を隣接ノード間で交換する。そして、各ノードは、その交換処理によって得られたネットワーク計測情報を記憶する。

ノードが交換するネットワーク計測情報は、次ノードで計測したネットワーク

計測情報のみならず、自ノードが保持する他ノードが計測したネットワーク計測情報も含む。これらの交換動作により、各ノードは、ネットワーク内の全ノードにおける接続情報や遅延などのネットワーク計測情報を保持する。そして、新たに転送経路を設定するマルチキャスト転送経路設定装置 200 の機能を有するノードは、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の機能を有するノードに経路計算依頼をする。このとき、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の機能を有するノードは、情報管理部 110 で管理されているネットワーク内のトポロジや遅延などトラヒックに関するネットワーク計測情報と、経路計算依頼をしたノードから送られてきた終点の情報に基づいて転送経路を計算する。

- 10 FIG. 6 は、本発明の一実施の形態における転送経路計算アルゴリズムのフローチャートである。

まず、マルチキャスト転送経路設定装置 200 の機能を有するノードからの経路計算依頼をマルチキャスト転送経路計算装置 100 が受け付ける。このとき、マルチキャスト転送経路計算装置 100 は、マルチキャスト転送経路設定装置 200 からデータ転送の終点の情報も受け付ける。すると、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の経路計算部 120 が情報管理部 110 の計測情報記憶部 112 (データベース) に記録されているネットワークのトポロジやトラヒック状態を示すネットワーク計測情報を読み取る (ステップ 101)。

そして、経路計算モジュール 121 がネットワーク計測情報を用いて、データ転送の始点と終点までの遅延が最も小さい遅延最小経路を計算する (ステップ 102)。このとき、経路計算モジュール 121 は、経路計算依頼を送信したノードを始点とし、データ転送の終点のノードまでの遅延最小経路を計算する。なお、遅延最小経路の計算には、ダイクストラのアルゴリズムを用いる。これより、経路計算依頼を発行したノードと各終点までの遅延最小経路が算出される。

25 次に、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の経路計算モジュール 121 は、ステップ 102 で求めた始点から終点までの遅延最小経路を構成するノードのうち、始点と、各終点と、経路の分岐点と、のいずれかに挟まれ、かつ途中で前述の 3 種類のノードを含まない部分経路を検索する (ステップ 103)。

そして、計算された部分経路のうち、部分経路を構成するリンクのコストが最

も大きい経路を選択し、これを前述の遅延最小経路から削除する。このとき、削除対象となる経路の終点の情報を計算結果記憶部 1 2 2 に記録する（ステップ 1 0 4）。このとき、前述の遅延最小経路は 2 つの部分経路に分割される。次に、マルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 の経路計算モジュール 1 2 1 は、擬似的な始点と、擬似的な始点から前述の分割された部分経路のうち、遅延最小経路の始点を含む部分経路に含まれるすべてのノードへとつながるリンクと、を情報管理部 1 1 0 の計測情報記憶部 1 1 2 に記録されているネットワークのトポロジに追加する。この後、前述の分割された部分経路のうち、始点を含まない部分経路が通過するリンクとノード、並びに当該ノードに接続されるすべてのリンクを前述のトポロジから削除する。但し、削除対象となる前述の部分経路の始点となるノード、並びに、当該ノードと部分経路を構成しないノードを結ぶリンクは、ネットワークトポロジからの削除対象としないものとする（ステップ 1 0 5）。

次に、擬似的な始点と遅延最小経路の始点を含まない部分経路の始点を結ぶ経路を検索する。このとき、経路の検索のために、**k-th shortest path algorithm** と呼ばれる、最小遅延を実現する経路から数えて k 番目に小さい遅延を実現する経路を計算するアルゴリズムを適用する。この種類のアルゴリズムは、 $k-1$ 番目に小さい経路を検索した後、 k 番目に小さい経路の検索を行う。よって、許容する遅延の上限値を設け、上限値を下回る経路が全て発見されるまで該当アルゴリズムを実行することが可能となる。このようにして検索された経路は削除された経路を補完する経路の候補となる（ステップ 1 0 6）。

次に、マルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 の経路計算モジュール 1 2 1 は、**k-th shortest path algorithm** によって検索された経路のうち、経路を構成するリンクが保持するコストの経路全体の総和を計算し、最もコストが小さい経路を選択する。選択された経路は削除された経路を補完するために新たに経路として選択される（ステップ 1 0 7）。

最後に、マルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 の経路計算モジュール 1 2 1 は、上記のステップ 1 0 3 からステップ 1 0 7 までの動作を削除対象の経路と選択された補完経路が同一経路となるか判断する。同一経路となる場合、次にコストの大きい経路を探索し、すべての探索経路において、補完経路が探索経路と同

一経路となるまで繰り返す（ステップ108）。

このようにして計算した結果を、経路計算モジュール121は、パケット処理部130を介して経路計算依頼を発行したノードに返送する（ステップ109）。

5 なお、本実施の形態では、マルチキャスト転送装置300が遅延などのネットワーク計測情報を収集する際には、OSPF-TEを用いる。OSPF-TEは、ユニキャストのルーティングプロトコルであるOSPFのトポロジ情報交換情報に遅延などのネットワーク内のトラフィック情報を格納した通信プロトコルである。

10 また、本実施の形態では、データの転送を設定するプロトコルとして、明示的な経路指定を実施するRSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering) を拡張したマルチキャストMPLS (Multi Protocol Label Switching) プロトコルを使用する。マルチキャストMPLSは、通常のMPLSで用いられるRSVP-TEに対して、LSP (Label Switched Path) を生成するメッセージ中にツリートポロジを格納できる情報要素を追加し、そのトポロジ情報に沿って、Point-to-Multipoint LSPを確立することができる技術である。

15 以下、図面と共に本発明の実施例を説明する。

FIG. 7は、本発明の一実施例のマルチキャストネットワークを示す。

同図において、200はデータ転送経路の始点を示し、①～③はデータ転送の終点を示す。また、A～Iは始点と終点との間の中間ノードであり、マルチキャスト転送装置300の機能を有している。なお、マルチキャスト転送経路設定装置200、ノードA～I、終点①～③の各ノードが通信ケーブル（リンク）により接続されてマルチキャストネットワークを構成している。そして、各リンクは、遅延とコストという2つの特性を持っている。リンクの遅延特性とコスト特性は、データがリンクに進入する際の進入方向によって、異なる遅延特性とコスト特性を有することが認められている。この場合、リンクD-Eのようにデータが右方向（DからEへ）に移動するときは、遅延特性が1でコスト特性が10であり、逆方向（EからDへ）に移動するときは遅延特性が1でコスト特性が1となるリンクが存在する。そして、マルチキャスト転送経路設定装置200は、マルチキャスト転送経路計算装置100が計算した結果に基づいて、自らを始点として終点①～終点③に対してデータを転送する。

20

25

なお、各ノード間のリンクで発生する遅延を示すネットワーク計測情報は、前述のOSPF-TEを用いて各ノードが収集する。そして、当該ネットワーク計測情報が予めマルチキャスト転送経路計算装置100に通知される。

マルチキャスト転送経路設定装置200が遅延の上限値が7である経路を計算する例を示す。

FIG. 8は、本発明の一実施例のデータ転送の始点と各終点を結ぶ経路のうち遅延最小経路を示す。

マルチキャスト転送経路計算装置100は、マルチキャスト転送経路設定装置200からの経路計算依頼を受けると、まず、始点となるマルチキャスト転送経路設定装置200から各終点①～終点③までの遅延最小経路を計算する。この時、マルチキャスト転送経路計算装置100は、遅延最小経路の計算アルゴリズムとしてダイクストラのアルゴリズムを用いる。ダイクストラのアルゴリズムは、遅延最小経路を計算するアルゴリズムとしては一般的によく使用される。なお、マルチキャスト転送経路計算装置100が計算した始点200から終点①、②、③までの各遅延最小経路は、

- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→終点①、
- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→ノードD→ノードE→ノードG→終点②、
- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→ノードD→ノードE→ノードG→ノードH→終点③

である。このとき、始点→終点間で被る遅延の最大値は始点200と終点③を結ぶ経路上で被る遅延であり、その値は6であるため、遅延上限値に関する条件を満たす。

FIG. 9は、本発明の一実施例の削除対象経路計算を示す図である。

次に、遅延最小経路を分割した部分経路のうち、両端が始点、終点、経路の分岐点のいずれかのノードであり、かつ、経路の中間ノードに始点、終点、経路の分岐点を含まない経路を検索する。該当する経路は、

- ・始点200→ノードB（部分経路31）
- ・ノードB→終点①（部分経路32）

- ・ ノードB→ノードD→ノードE→ノードG (部分経路33)
- ・ ノードG→終点② (部分経路34)
- ・ ノードG→ノードH→終点③ (部分経路35)

5 である。このような経路のうち、経路を構成するリンクが持つコスト特性の総和が最も大きい経路を選択する。始点200→ノードB (部分経路31) のコストは1、ノードB→終点① (部分経路32) のコストは1、ノードB→ノードG (部分経路33) のコストは12、ノードG→終点② (部分経路34) のコストは1、ノードG→終点③ (部分経路35) のコストは2であるため、選択される経路はノードB→ノードG (部分経路33) となる。FIG. 9は経路の検索結果を示して
10 しており、選択された部分経路を遅延最小経路として選択された経路から削除する。その結果、遅延最小経路は2つに分割される。ここで、始点を含む部分経路を40、含まない経路を50とする。この様子をFIG. 10に示す。

次に、2つの部分経路40、50を結ぶ補完経路を検索する。このとき、補完
15 経路は、部分経路40に含まれる任意の点を始点とし、削除経路の終点、すなわち部分経路50の始点を終点とするような経路のうち、部分経路50に属する点と途中で交わらず、経路を構成するリンクが保持するコスト特性の総和が最も小さいものを選択する。この計算法を以下に示す。

計算に使用するネットワークのトポロジは、計算対象のネットワークに以下
20 のような修正を加えたものを使用する。まず、擬似的な始点70を用意し、擬似的な始点70から部分経路40に属するすべてのノードに対しリンクを追加する。次に、部分経路50を構成するリンクと部分経路50の始点Gを除いたノード、並びに、当該ノードに接続するすべてのリンクを除去する。この結果、FIG. 11に示すようなトポロジが完成する。

このトポロジに対し、擬似始点70と部分経路50の始点Gを結ぶ経路を、
25 **k-th shortest path algorithm** を用いて計算する。**k-th shortest path algorithm** とは、遅延最小経路から数えてk番目に短い経路を探索するときに使用されるアルゴリズムであり、このような経路を探索するアルゴリズムはすでに提案されている。**k-th shortest path algorithm** の適用に際し、計算に使用される特性値としては遅延とコストが考えられる。

計算に使用する特性値が遅延である場合、始点と各終点の間に被る遅延が与えられた上限値を下回る間 k -th shortest path algorithm を漸化的に適用する。即ち、 $k-1$ 番目に短い経路を計算した後、計算結果を用いて k 番目に短い経路を検索する。これらの経路のうち、経路を構成するリンクが保持するコスト特性の各リンクに対する総和が最も小さいものを補完経路として選択する。

- 5 計算に使用する特性値がコストである場合、発見された k 番目に小さいコストを保持する経路を始点と各終点の間に被る遅延の上限値を初めて下回ったときに計算を終了し、その時点で計算された擬似始点を除く経路を補完経路として選択する。FIG. 12 に本実施例における計算結果を示す。擬似始点 70 と部分経路 50 の始点であるノード G を結ぶ経路のうち、最もコストの小さい経路は、
- 10 擬似始点 70 → ノード B → ノード D → ノード F → ノード E → ノード G
- であるため、擬似始点 70 を除いた、

ノード B → ノード D → ノード F → ノード E → ノード G

を補完経路として選択する。

- 15 遅延の上限値の評価には、部分経路 50 の始点 G で記録されているノード G からノード G の下流に存在する各終点までに発生する遅延値を使用する。従来の方式では、部分経路 50 のトポロジが補完経路の計算の際に変化するため、部分経路 50 の再計算の後、新たな部分経路 50 の始点から各終点までの遅延を計算する必要があった。本発明では、この作業を省くことで、計算時間を短縮している。
- 20 遅延の最大値を評価した結果、補完経路接続時に実現される始点 → 終点間の最大遅延は始点 200 と終点③を結ぶ経路上で被る遅延 7 となる。経路が許容する最大遅延が 7 という条件があるため、この場合遅延条件を満たす。上記の条件を満たす経路を補完経路とし、部分経路 40 と部分経路 50 を結ぶ経路として採用する。

- 25 ここで、アルゴリズムの終了条件について説明する。補完経路が削除された経路と同じ場合、もしくは、削除された経路より遅延が大きい経路である場合、削除された経路が補完経路となり、アルゴリズムを終了する。もし、異なる場合、補完経路に印を付け、両端が始点、終点、経路の分岐点のいずれかのノードであり、かつ、経路の中間ノードに始点、終点、経路の分岐点を含まない経路のうち、

印を付けた経路以外でコストが最も大きい経路を選択し、削除の後、補完経路を見つける。この動作をすべての経路に印が付けられるまで繰り返す。このようにしてFIG. 13に示すような計算結果が算出される。

- 5 なお、上述のマルチキャスト転送経路計算装置やマルチキャスト転送経路設定装置は内部にコンピュータシステムを有している。そして、上述した処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記の処理が行われる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等を指す。また、
- 10 このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。また、構築されたプログラムを、マルチキャスト転送経路計算装置として動作するコンピュータに接続されるハードディスクや、フレキシブルディスク、CD-ROM等の可搬記憶媒体に格納しておき、本発明を実施する際に、CPUにインストール
- 15 することも可能である。

- 上述のように、本発明によれば、始点と終点間で発生する遅延の上限値を考慮した経路計算アルゴリズムを備えた経路計算用ノードを有するシステムを用いることで、マルチキャスト通信において始点と各終点の間で発生する遅延に上限が存在するようなアプリケーションを提供する際に、遅延条件を満たしつつ経路全体のコストの削減を実現することが可能となる。
- 20

また、経路計算の時間を従来方式と比較して短縮することによって、サービスを提供するために必要な時間を短縮することが可能となる。これにより、ユーザに対し、迅速にサービスを提供することが可能となる。

- このようなマルチキャスト通信経路設定技術によるマルチキャスト配信(転送)
- 25 を実現する手段として、マルチキャストラベルスイッチング方法を利用したネットワークがある。以下、図面と共にマルチキャストラベルスイッチング方法に関する本発明の実施の形態を説明する。

最初に、マルチキャストラベルスイッチングの通信経路設定方式とパケット転送メカニズムについて説明する。

FIG. 14は、本発明の一実施の形態における接続VPNサイト（CE）を考慮した最適プロバイダエッジ（PE）ルータ間マルチキャスト配信のパターンを示す。同図の例では、プロバイダネットワーク内に、プロバイダエッジルータPE # 1, PE # 2, PE # 3, PE # 4と、それらとPEルータ間を接続する
5 プロバイダ（P）ルータが存在する。

PE # 1には、VPN # Aに所属するCE # A 1と、VPN # Bに属するCE # B 1と、VPN # Cに属するCE # C 1とが収容されている。さらに、PE # 2には、VPN # Aに属するCE # A 2と、VPN # Bに属するCE # B 2とが収容される。また、PE # 3には、VPN # Aに属するCE # A 3と、VPN # Bに属するCE # B 3と、VPN # Cに属するCE # C 3とが収容される。また、
10 PE # 4には、VPN # Bに属するCE # B 4と、VPN # Cに属するCE # C 4とが収容される。

このネットワークでPE # 1から他のPEルータに送信されるマルチキャストトラフィックの最適な配信パターンを考察する。プロバイダネットワークの見地からは、PEルータ間に複数のマルチキャストラベルスイッチングを設定することは、ラベルの有効利用、転送リソースの観点から望ましくない。そこでPE # 1
15 から、PE # 2, 3, 4にすべてのトラフィックで共有されるポイント・ツー・マルチポイントのLSP（Label Switched Path）を設定する。

この例では、同図中の土管のマークで図示されたパスがLSPに対応する。このとき、各PEルータに収容されるVPNサイト情報を考慮すると、PEルータに収容されるVPNサイトに応じてVPN毎のサイト接続関係を考慮したPEルータ間のマルチキャストラベルスイッチング経路が必要になる。例えば、FIG. 14の例では、VPN # Aについては、PE # 2, PE # 3配下のみサイトが収容されるため、PE # 1がソース、PE # 2, 3がリーフのマルチキャストサブ
20 ラベルスイッチング経路が設定されることが望ましい。FIG. 14の例では、破線の矢印で示されるマルチキャスト配信経路がこのマルチキャストサブラベルスイッチング経路に対応する。以下VPN # Bについては、一点鎖線の矢印VPN # Cについては、実線の矢印が対応する。

この例でもわかるように、プロバイダネットワークのリソースを有効活用し、

かつ収容されるVPNサイトに応じたPEルータ間の最適マルチキャスト配信を実現するためには、2階層のポイント・ツー・マルチポイントのラベルスイッチングパスの設定が有効である。さらに、第二階層目のラベルスイッチングパスは第一階層のラベルスイッチングパスの部分集合になっていることに注意されたい。

- 5 FIG. 14のマルチキャストラベルスイッチングパスを設定するシグナリングメカニズムをFIG. 15に示す。マルチキャストラベルシグナリングは、例えば、既存のRSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering) メカニズムをマルチキャスト拡張して設定される。FIG. 15に示すように設定するマルチキャスト配信回路は、path メッセージのTERO (Tree Ex-
- 10 plicit Route Object) により規定される。その具体的なフォーマットをネットワークポロジに対応させてFIG. 16に示す。

- 前述したように、本発明では、PEルータ間に最適なマルチキャスト配信経路を設定するために2階層のマルチキャストラベルスイッチングパスを設定する。そのため設定するマルチキャストラベルスイッチングパスの設定経路を示すTEROを2階層分用意する。FIG. 16の例では、第一階層のPE#1 (A) からPE#2 (D), PE#3 (E), PE#4 (G) に接続するマルチキャストラベルスイッチング経路を規定する。TEROは、{A (0), B (1), C (2), D (3), E (3), F (2), G (3)} で規定される。この規定方法は、Depth First Order アルゴリズムにより規定される。各ノードに付随する()内の数値は、
- 15 ソースノードPE#1 (A) からの距離(ホップ数)を示す。

- FIG. 15の例では、FIG. 17に示すような接続構成のマルチキャスト配信経路となっている。Depth First Order アルゴリズムでは初めに深さ方向にパスを指定していくので、TEROの指定は、{A (0), B (1), C (2), D (3), E (3), F (2), G (3)} となっている。さらに、この第一階層のマルチキャストLSPの配下にVPN毎のマルチキャストLSPを設定する。VPN#AのサブツリーはPE#1 (A) よりPE#2 (D)、PE#3 (E) のサブツリーでFIG. 18のような構成なので、第二階層のVPN#AのTEROは、TERO = {A (0), B (1), C (2), D (3), E (3)}、
- 25 VPN#CのTEROは、

TERO = {A (0), B (1), C (2), E (3), F (2), G (3)} となる。

このTERO情報により、FIG. 15に示すようにPathメッセージがリーフノードまで伝達される。リーフノードまでPathメッセージが伝達されると、Resvメッセージにより下流から階層化ラベルがアサインされる。

- 5 FIG. 19にこの動作で各ノードに設定される、ラベル変換テーブルとリンクで使用される階層化ラベルを示す。例えば、ノードPE # 3 (E) では、VPN # A, B, Cを含む第二階層のTEROが全て到達するので、CE間のリンクでVPN毎にA (1 0 1, 3 0), B (1 0 1, 2 5), C (1 0 1, 5) のラベルが付与される。
- 10 さらにPE # 2では、VPN # A, Bを含む第二階層のTEROしか到達しないので、VPN # C用のラベルは付与されることなく、リンクCD間ではA (1, 1), B (1, 2 5), C (1, Null) となる。この情報がノードCに到達して、BCから入力したラベルパケットのCD, CEリンクへの転送関係がテーブルに設定される。FIG. 19のノードCのリンクでVPN # C用のCDリンク
- 15 へのラベルが付与されないので、CEリンクのみの(1 0 1, 5) の一つのラベルが設定されていることに注意されたい。

- 20 こうしてVPN # A, Bでは、BCから到達したラベルパケットは必要なラベル交換が実施されてCD, CEに分岐されるが、VPN # CのラベルパケットはCDに転送されず、CEのみにラベルスイッチングされていく。この操作がホップバイホップに送信ノードAまで継続し、VPN毎に階層化されたラベルスイッチング経路が形成される。こうして、ノードAに入力されたパケットは、VPN毎に階層化ラベルを付与されて中継ノードで階層化ラベルでラベルスイッチングされてリーフノードまでマルチキャスト配信される。

- 25 但し、上記のメカニズムだけではVPN内のマルチキャストトラヒックに対して最適なマルチキャスト経路配信が実現できない。FIG. 20にPE # 1配下のVPN # B内にマルチキャストソースM # A, M # B, M # Cが存在して、それぞれ異なるマルチキャスト分配パターン (FIG. 20左上) を持つ場合を想定する。この場合、2階層のラベルスイッチ経路ではVPN # Bが収容される全てのPEルータ、PE # 2, PE # 3, PE # 4にM # A, M # B, M # Cが配

信されてしまうので、ネットワーク効率が良くない。例えば、M#Aを受信しないPE#4にもマルチキャスト配信されてしまう。

- このような無駄なマルチキャスト配信を防止するために、更に第三階層目のラベルを付与することも可能である。この例では、このラベルは、同一VPNサイト内の同一分配トポロジに属するマルチキャストソースグループということになる。

このような帰納的な階層化メカニズムを用いることで任意の配信パターンを実現できる。

- 次に、上記の実施の形態のマルチキャストラベルスイッチングを具備したVPNマルチキャストスイッチングについて説明する。

VPN内でマルチキャストトラヒックを最適なトポロジで配信するために、上記の実施の形態で説明した3階層のラベルスイッチング技術が有効である。

- このとき、上記の実施の形態のメカニズムを用いてVPNサイト間を閉域接続するためには、各VPN内に収容されるマルチキャスト配信経路情報を、PEルータ間で通常のユニキャスト経路交換と同様に交換する必要がある。その例をFIG. 21に示す。同図に示すように、rfc2547bisで規定されているMP-BGPで経路交換が可能である。FIG. 21の例では、PE1にその他のPEルータが自身の収容するVPNサイト内のマルチキャスト配信経路を配信する例を示す。

- 例えば、PE#4は、VPN#A、Bを収容しているので、VPN#Aのマルチキャスト経路MG# α と、VPN#Bのマルチキャスト経路MG# β をPE1にMP-BGPを用いて配信している。この例では、一方向の経路交換例を示しているが、PEルータ間で双方向にフルメッシュで経路交換することで、各PEルータは対向するPEルータが収容するVPNサイト内のマルチキャスト経路を全て把握可能となる。

このようにして、マルチキャストラベルスイッチング経路設定者である送信ノードが対向するPE内のマルチキャスト経路を意識した階層型のポイント・ツー・マルチポイントのLSPを設定可能となる。FIG. 22に本発明を適用したVPNモデルを示す。本モデルを適用することにより、VPNサイトアニメー

ションのPIM-SMのマルチキャストもVPN転送可能となる。

上述のように、本発明のマルチキャストラベルスイッチング方法及びVPNマルチキャストラベルスイッチング方法によれば、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを抑えながら、宛先受信グループに最適なトポロジでマルチキャスト

5 配信可能なマルチキャスト転送網、VPN網が構築できる。

そのため、効率的で高性能なマルチキャスト配信ネットワークを構築できる。

本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱することなく、様々なバリエーションや変更が可能である。

請 求 の 範 囲

1. マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法において、
前記マルチキャスト転送装置が、
前記マルチキャストネットワーク内のリンク毎に、かつ該リンクにデータが流れる際の進行方向毎にトラヒックの状態を計測し、計測結果を前記マルチキャスト転送経路計算装置に送信することでマルチキャスト転送経路の計算依頼を行い、
前記マルチキャスト転送経路計算装置が、
前記計算依頼として取得した前記計測結果に基づいて、前記始点と前記複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、該最短経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録し、
計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算し
前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、もし該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、前記最短経路に合致する条件が見つかった場合には、計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定し、
計算した計算結果を前記マルチキャスト転送経路設定装置に通知し、
前記マルチキャスト転送経路設定装置が、
受け付けた前記計算結果に従い、マルチキャスト転送経路を設定することを特徴とするマルチキャスト転送経路設定方法。

2. 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さい経路を計算するクレーム 1 記載のマルチキャスト

5 スト転送経路設定方法。

3. 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

10 計算される経路の始点を前記分割された 2 つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算するクレーム 2 記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

4. 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

15 公知のアルゴリズムである *k*-th shortest path アルゴリズムを遅延に対して適用し、前記遅延条件を満たす間実行するクレーム 3 記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

5. 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する

20 際に、

公知のアルゴリズムである *k*-th shortest path アルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行するクレーム 4 記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

25 6. 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算時に前記記憶媒体に記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使

用するクレーム 4 記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

7. マルチキャストネットワークにおけるマルチキャスト転送経路計算装置であって、

5 前記マルチキャストネットワークにおけるトラヒック状態の計測結果を受信する計測結果受信手段と、

受信した前記計測結果を記憶する計測情報記憶手段と、

前記計測結果を前記計測情報記憶手段に格納する計測結果格納手段と、

10 前記計測結果を前記計測情報記憶手段から読み取り、該計測結果に基づいて経路計算を行う経路計算手段と、を有し、

前記経路計算手段は、

始点と複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路遅延計算手段と、

15 計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算手段と、

前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、前記最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との 3 種類の異なる種類のいずれか 2 つのノード、もしくは同種の 2 つのノードを端点とし、かつ途中に、該 3 種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の 2 つのノード間のコストが最も大きい経路を検索する最大コスト経路検索手段と、

25 検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を 2 つの経路木に分割する経路木分割手段と、

別に計算された経路を該 2 つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算手段と、を有することを特徴とするマルチキャスト転送経路計算装置。

8. 前記補完経路計算手段は、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さいものを計算する手段を含むクレーム7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

5

9. 前記補完経路計算手段は、

計算される経路の始点を前記経路木分割手段で分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する手段を含むクレーム8記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

10

10. 前記補完経路計算手段は、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、前記遅延条件を満たす間実行する手段を含むクレーム9記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

15

11. 前記補完経路計算手段は、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する手段を含むクレーム

20

10記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

12. 前記補完経路計算手段は、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使用するクレーム10記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

25

13. 前記経路計算手段の計算結果を転送経路設定用制御メッセージに記載する手段と、

前記転送経路設定用制御メッセージを前記計算結果が示すマルチキャスト転送経路に沿って送信する手段と、を有するクレーム7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

- 5 14. マルチキャスト転送経路設定装置からマルチキャスト転送経路の計算依頼を受信する手段と、

前記計算結果を前記マルチキャスト転送経路設定装置へ送信する手段と、を有するクレーム7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

- 10 15. 受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムであって、

始点と複数の終点を結ぶ遅延に関する最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最

- 15 短経路遅延計算ステップと、

計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算ステップと、

前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、

- 20 前記最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、
- 25 別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算ステップとからなることを特徴とするマルチキャスト転送経路計算プログラム。

16. 前記補完経路計算ステップは、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さいものを計算するクレーム 15 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

5 17. 前記補完経路計算ステップは、

計算される経路の始点を前記分割された 2 つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算するクレーム 16 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

10

18. 前記補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムである *k*-th shortest path アルゴリズムを遅延に対して適用し、前記遅延条件を満たす間実行するクレーム 17 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

15

19. 前記補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムである *k*-th shortest path アルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行するクレーム 18 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

20

20. 前記補完経路計算ステップは、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使用するクレ

25

ーム 18 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

21. 受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納するマルチキャスト転送経

路計算プログラムを格納した記憶媒体であって、

クレーム15記載のプログラムを格納したことを特徴とするマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体。

- 5 22. マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストソースノードからマルチキャストリーフのグループノードにマルチキャスト配信用のラベルスイッチング経路を設定するマルチキャストラベルスイッチング方法において、
- 前記ソースノードから全てのリーフノードにポイント・ツー・マルチポイントの最上位階層のラベルスイッチ経路を設定し、
- 10 設定されたポイント・ツー・マルチポイント の前記ラベルスイッチング経路のリーフノードグループより任意の宛先リーフノードを抽出した複数のサブグループに対して、該サブグループ毎に第二階層のラベルで第一階層のラベルスイッチング経路の部分ツリーを構成する複数の第二階層のラベルスイッチング経路を設定し、
- 15 階層化された前記第一階層のラベルスイッチング経路と前記第二のラベルスイッチング経路を用いて、ラベルスイッチングするときに入力側のラベルエッジルータが前記第二階層のラベルに対応した宛先リーフグループ宛の宛先アドレスを持つトラヒックを対応する階層化ラベルに割り当て、付与し、
- 中継ラベルスイッチルータは、第一階層、第二階層のラベルペアに応じて、パ
- 20 ケットをラベルスイッチし、
- 中継ノードが、前記ポイント・ツー・マルチポイント ラベルスイッチング経路の分岐ノードとして指定される場合には、入力ラベルペアを複数の出力分岐に対応する出力ラベルに置き換え、出力分岐毎にコピーし、
- 出力ラベルエッジルータは、入力された階層化ラベルパケットを階層ラベルの
- 25 グループを判定しながら、ラベル除去しながら出力ラインにスイッチングし、
- ポイント・ツー・マルチポイント のLSP内の、第一階層のリーフグループノードのうち、異なる宛先サブグループを構成する複数の第二階層の第一階層の部分ツリーを構成する第二階層のポイント・ツー・マルチポイント のLSPを用いて、第一階層のラベルスイッチング経路を共有しながら、第二階層のサブグループ

ブ毎にトラヒックをラベルスイッチングすることを特徴とするマルチキャストラベルスイッチング方法。

23. 第二階層のマルチキャストラベルスイッチング経路内に、さらに、第二
5 階層のラベルスイッチング経路を構成するリーフノードの部分集合を構成するリーフノード宛に、該第二階層のラベルスイッチング経路の部分トポロジを構成するサブツリーを用いて、第三階層のラベルスイッチング経路として、複数の第三階層ラベルスイッチング経路を備え、

- さらに、サブグループ化が必要な場合には、下位階層のラベルスイッチング経
10 路を帰納的に設定し、

帰納的に設定された階層化ラベルスイッチング経路を用いてサブグループ毎にマルチキャストラベルスイッチングを行うクレーム22記載のマルチキャストラベルスイッチング方法。

24. 前記クレーム22記載のマルチキャストラベルスイッチング方法を、MPLSを用いたVPNサービスに適用する際に、

VPNサイトを収容する全てのプロバイダネットワークのプロバイダエッジルータ間に第一階層のポイント・ツー・マルチポイントのマルチキャストLSPをフルメッシュで接続し、

- 20 さらに、前記プロバイダネットワークに収容されるVPNサイト毎に対応して第二階層のマルチキャストラベルスイッチ経路を設定し、

前記第二階層のラベルスイッチ経路を設定する場合には、VPNを構成するプロバイダエッジルータがマルチキャストラベルスイッチ経路のリーフノードを構成するときに、各リーフに収容される、VPNサイトに応じて第二階層のラベル
25 スwitchング経路を最適な部分ツリートポロジに調整し、

前記VPN内で前記プロバイダエッジルータ間を接続する第一階層のマルチキャストツリー内に第二階層ツリーとして構成するクレーム22記載のマルチキャストラベルスイッチング方法。

25. VPNサイト内に複数の異なるサイト宛先を持つマルチキャスト配信経路が存在する場合に、

前記第二階層の下位層の第三階層にそれぞれのマルチキャスト配信経路に対応するVPNサイトのみを宛先リーフノードとして第二階層のマルチキャスト配信経路の部分ツリー経路として第三階層のマルチキャスト配信経路を設定し、

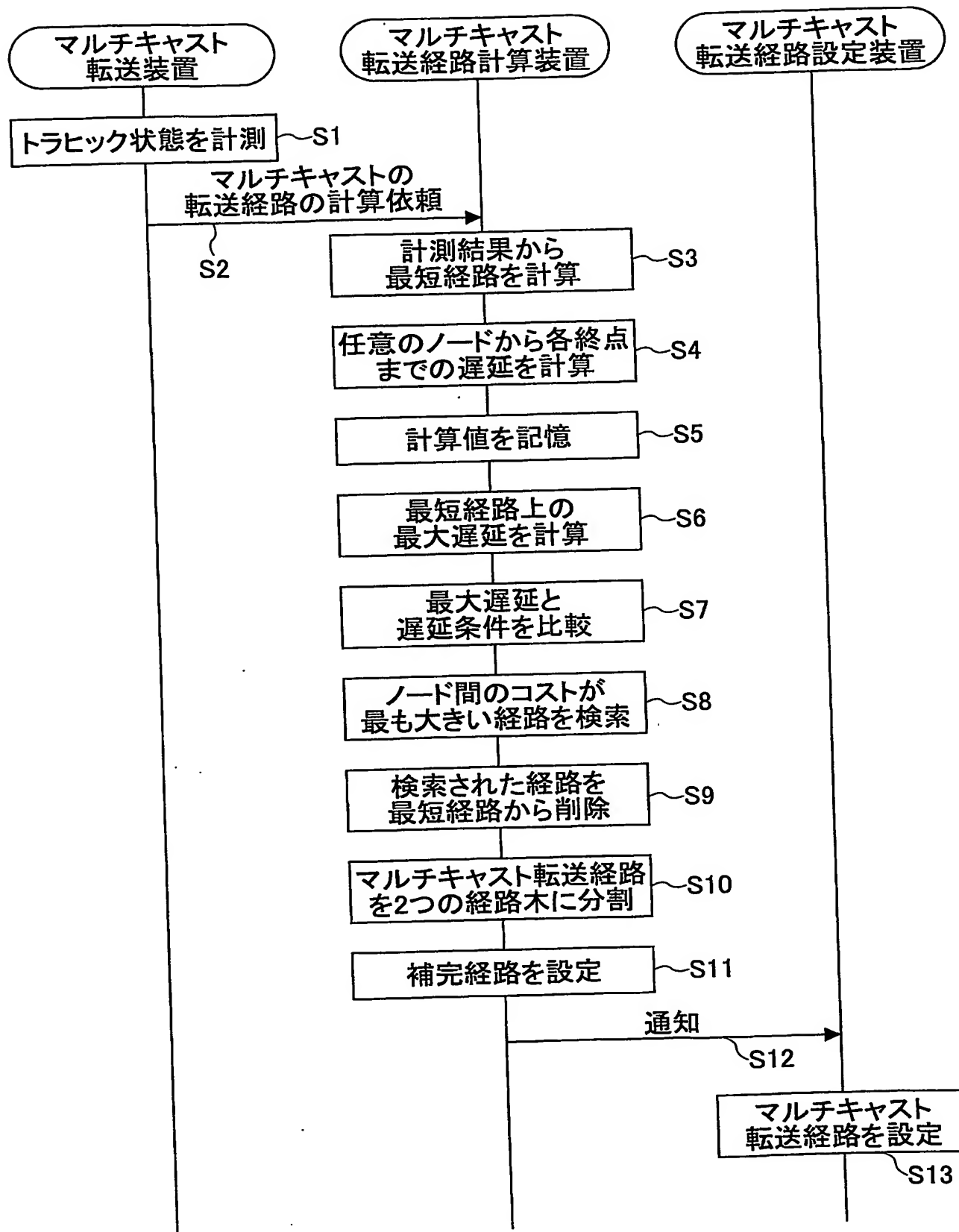
前記VPNの同一VPNに所属するトラヒックであっても、該VPN内でマルチキャストトラヒックの受信を希望するVPNサイトのみにマルチキャストトラヒックを配信するクレーム24記載のマルチキャストラベルスイッチング方法。

10 26. 通信方式をラベルスイッチルータ機能として具備し、

前記入力マルチキャストラベルスイッチルータ、中継マルチキャストラベルスイッチルータ、出力マルチキャストラベルスイッチルータとして動作させるクレーム22記載のマルチキャストラベルスイッチング方法。

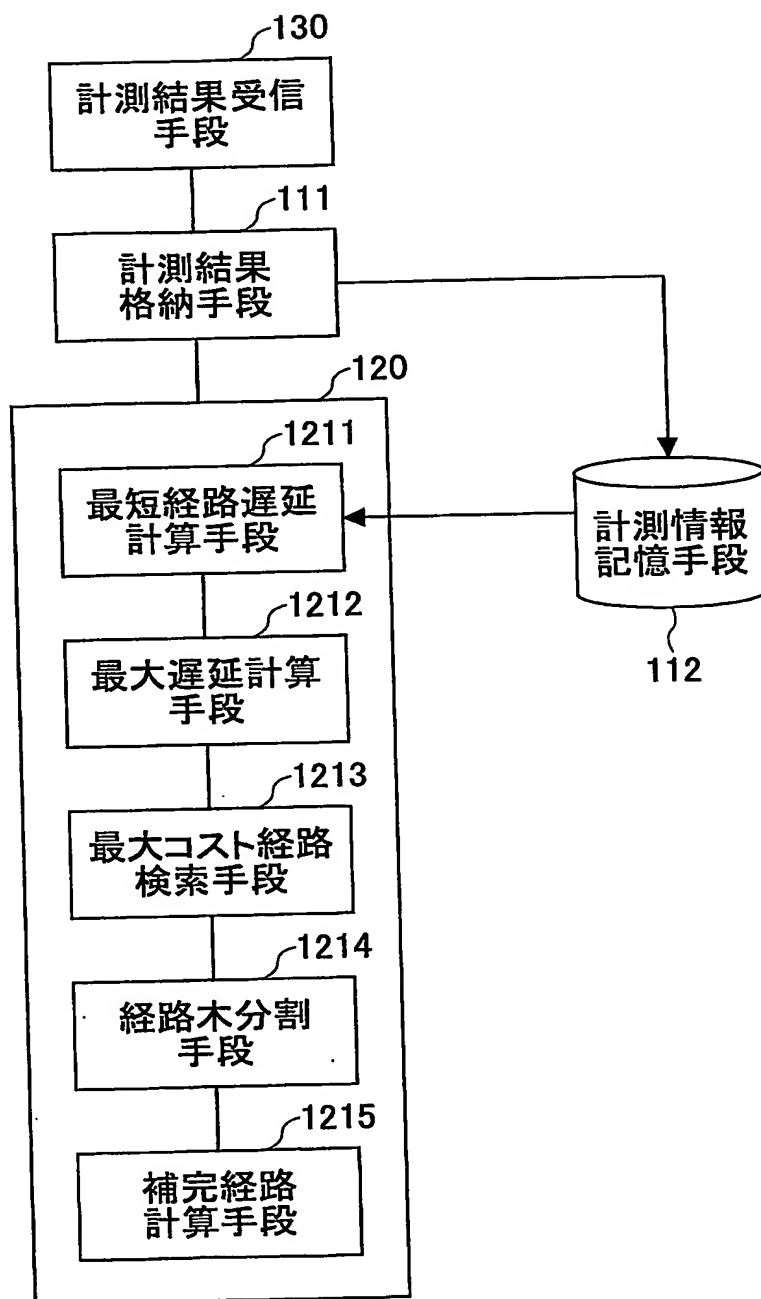
1/23

FIG. 1



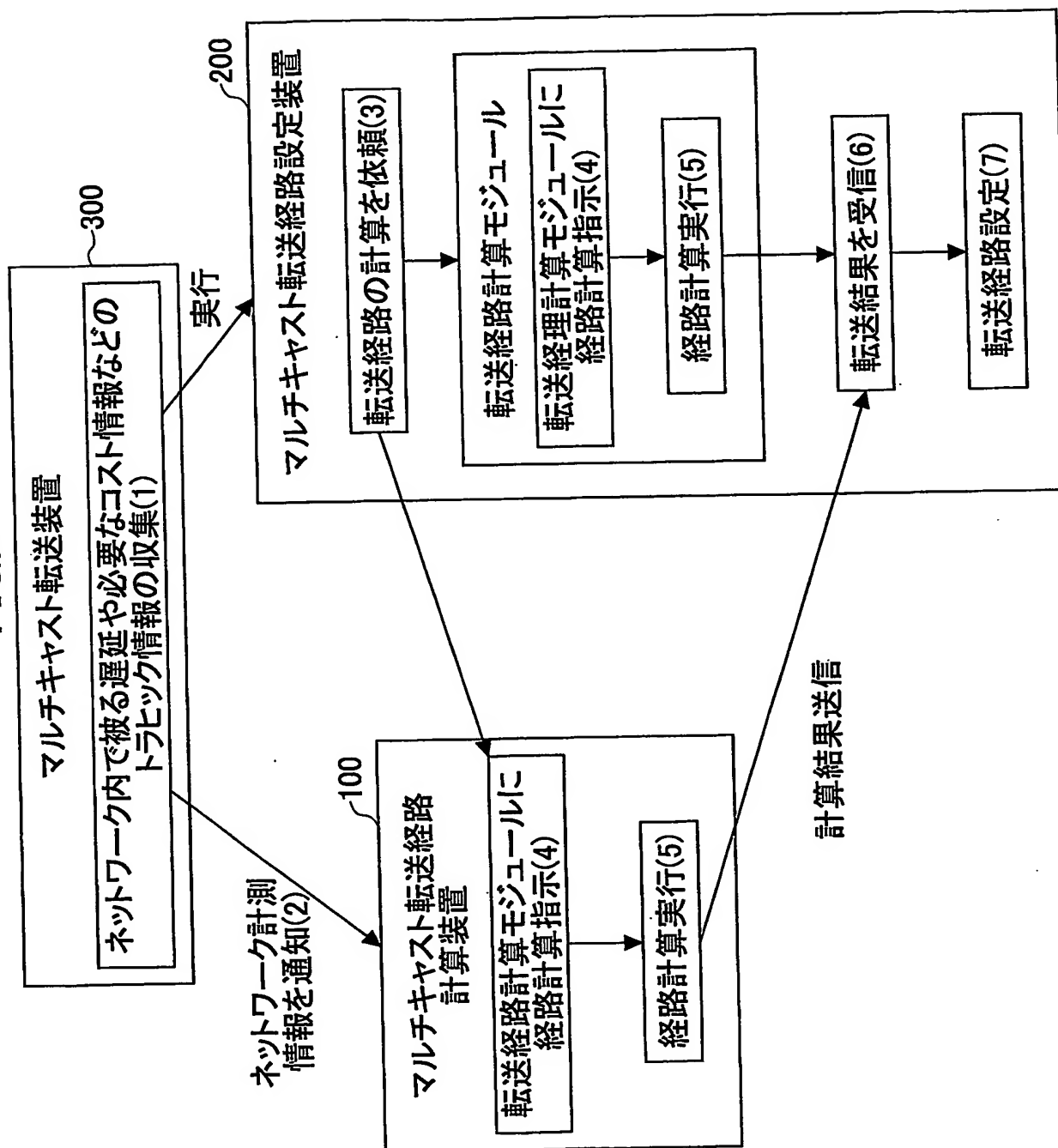
2/23

FIG.2



3/23

FIG.3



4/23

FIG.4

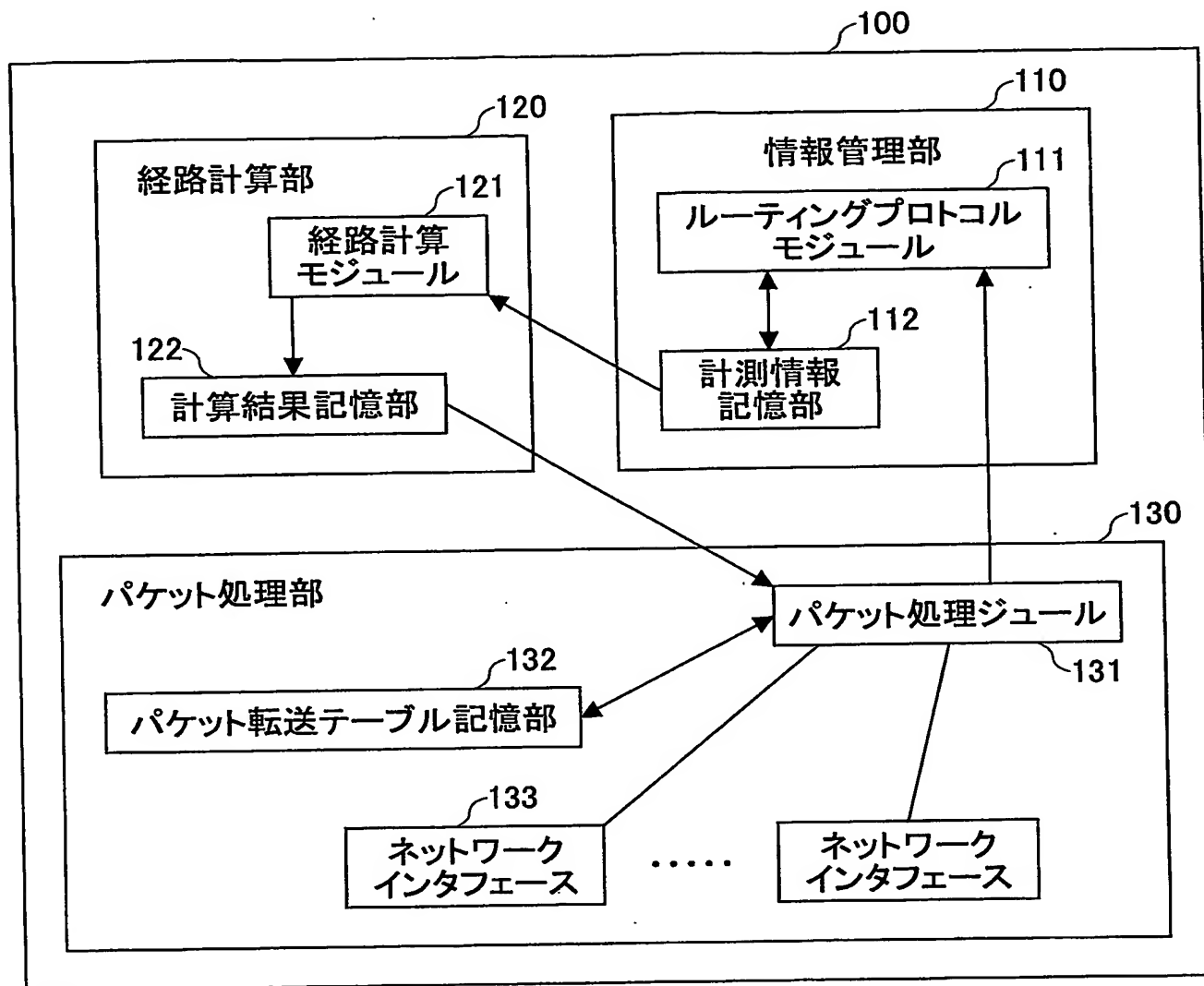
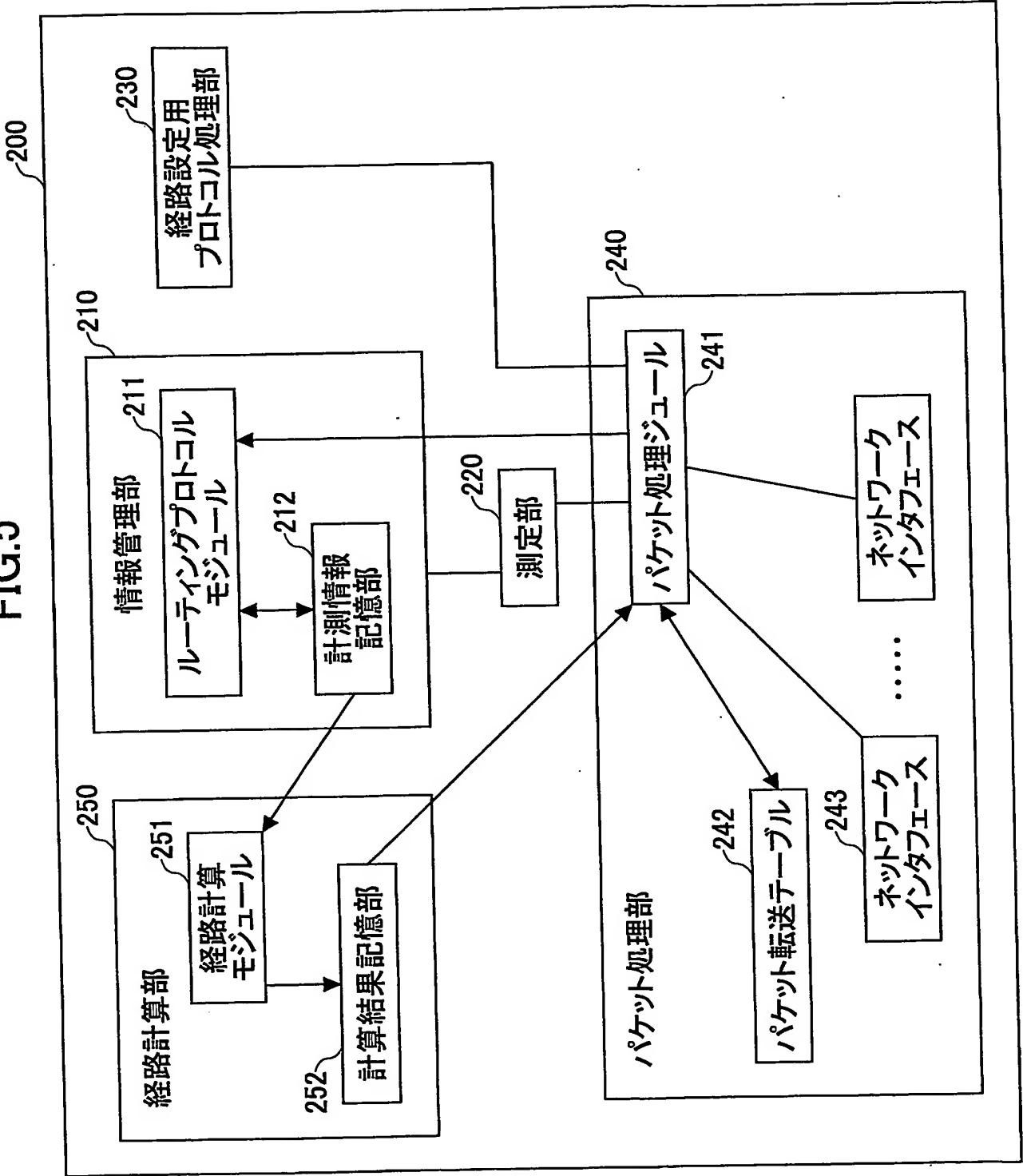


FIG.5



6/23

FIG.6

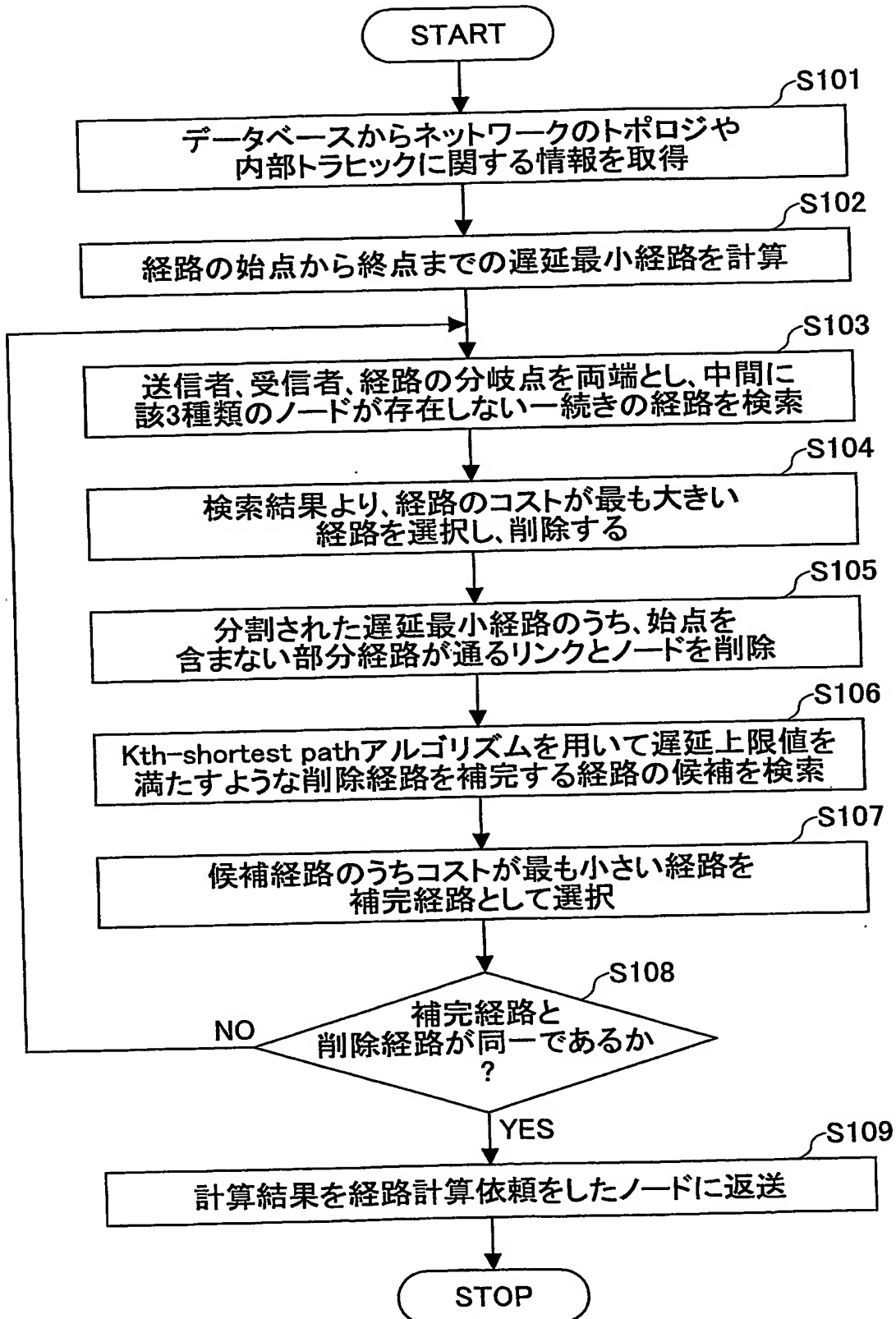
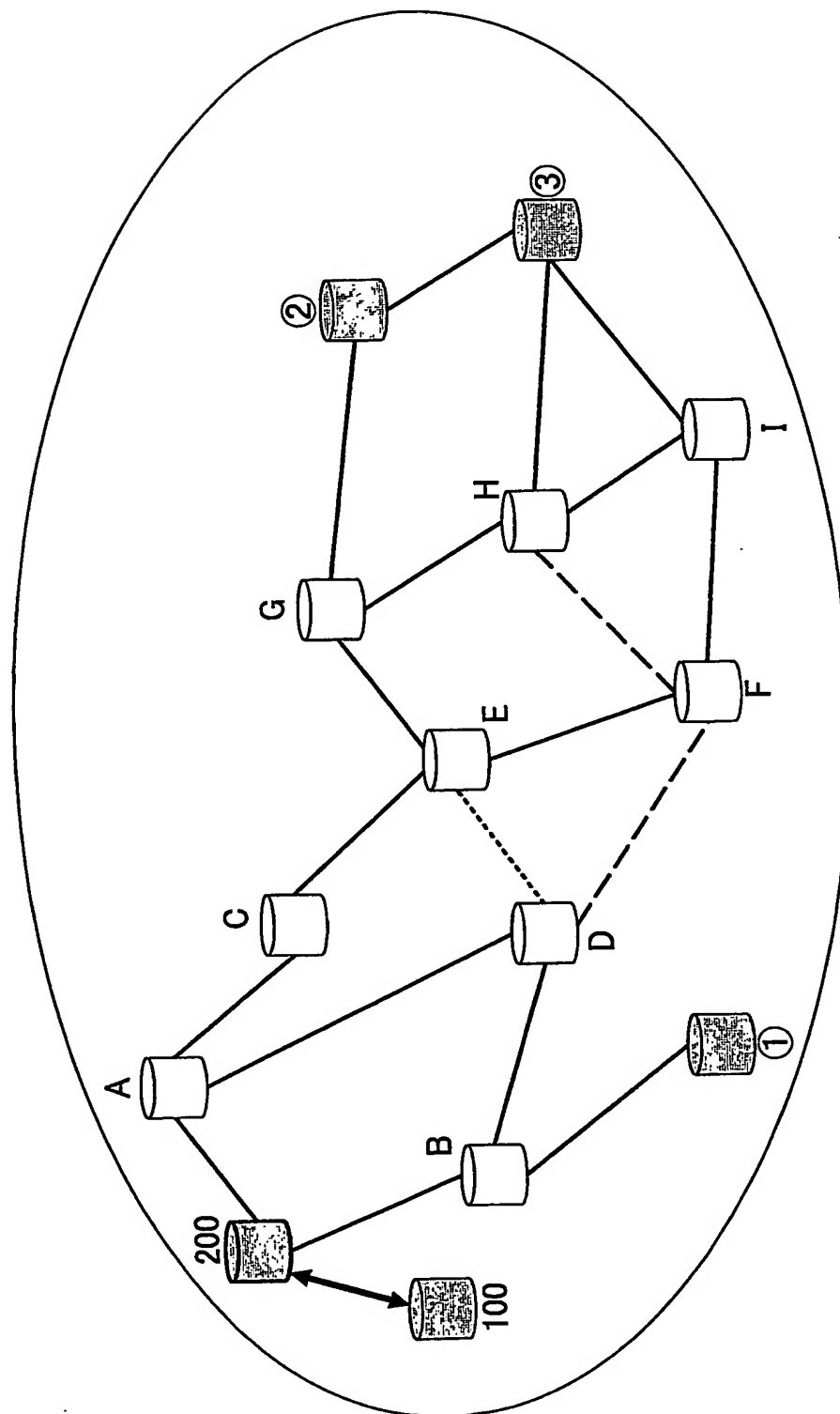


FIG. 7

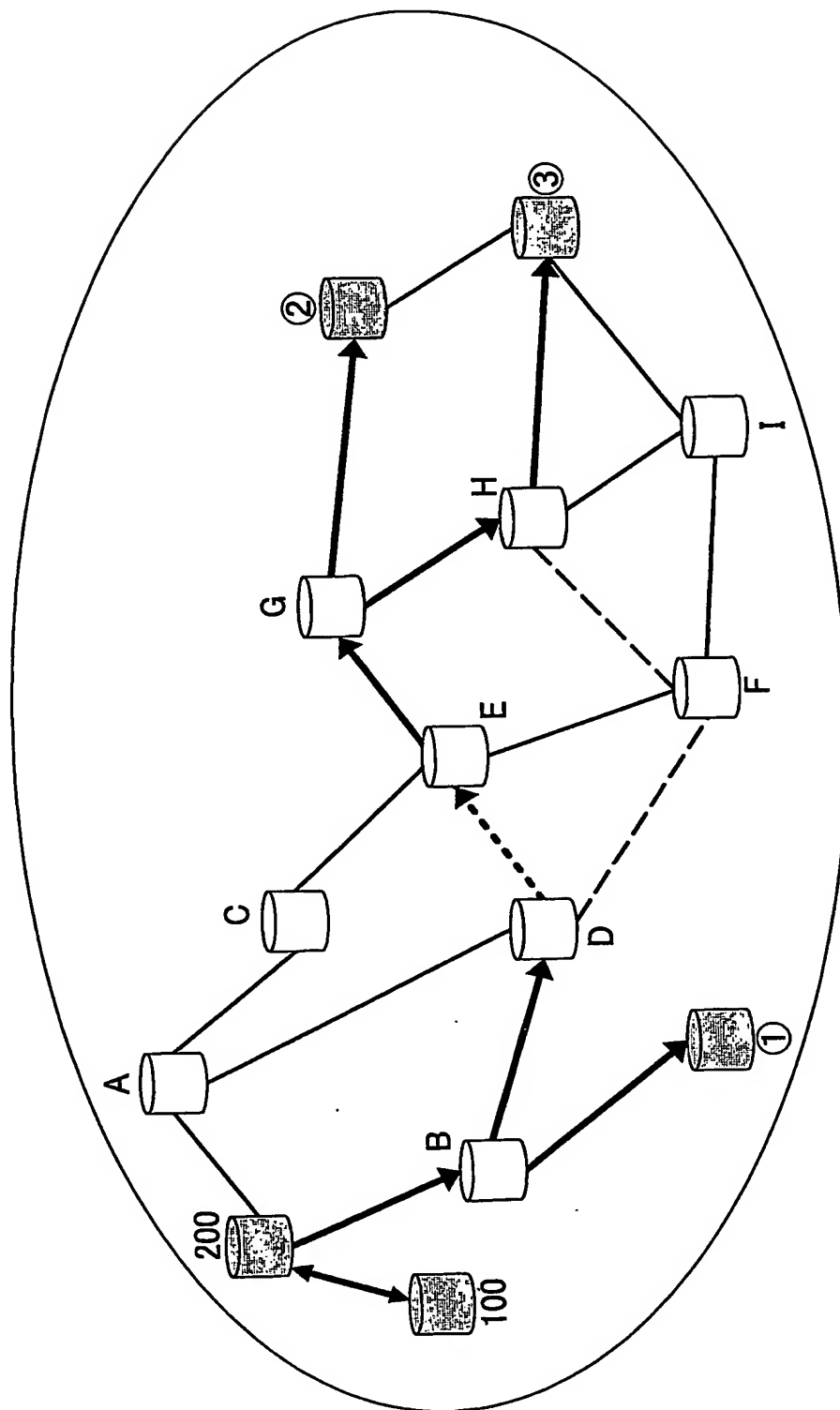


—— 両方向の(遅延,コスト)は(1,1)

右方向移動時の(遅延,コスト)は(1,10),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)

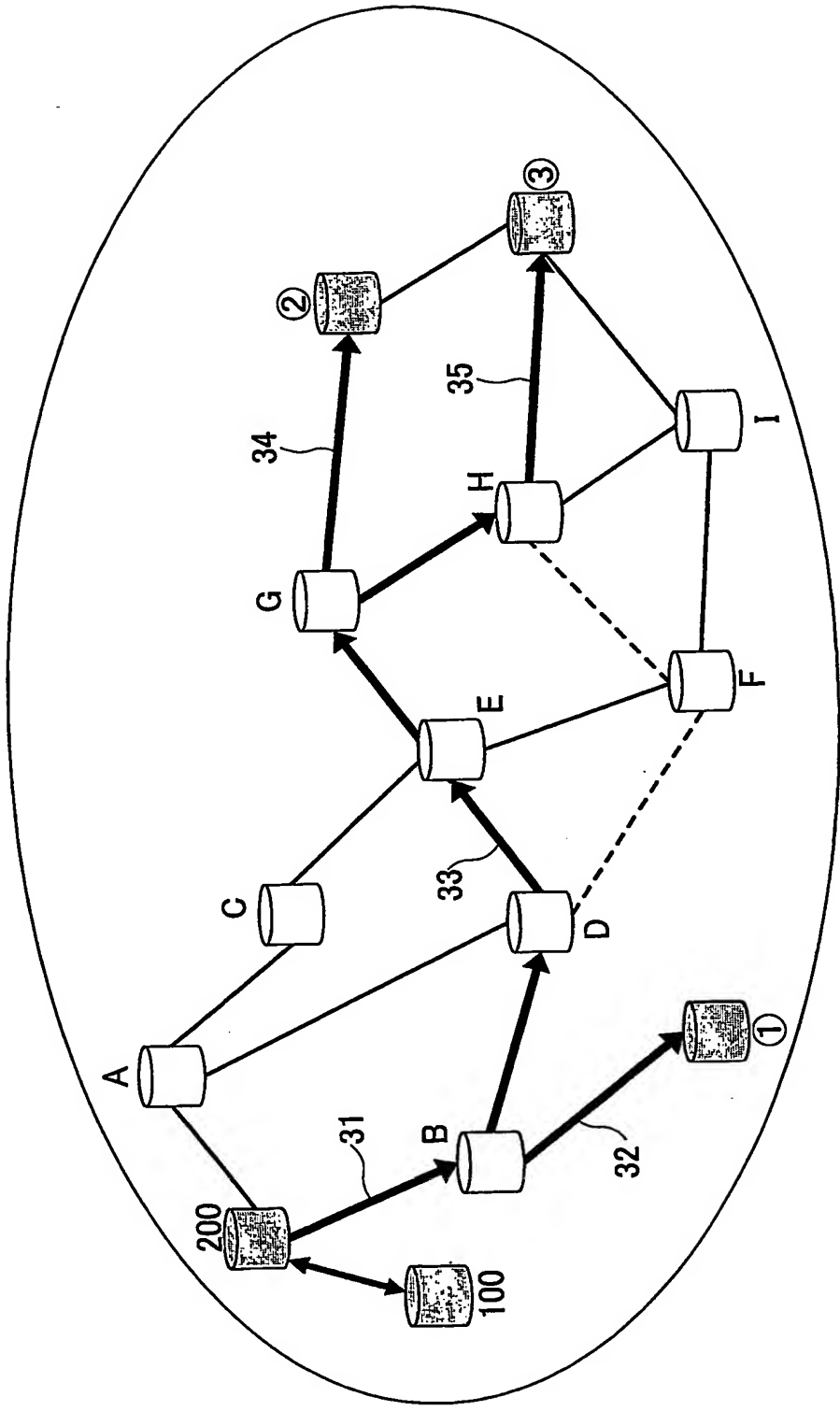
----- 右方向移動時の(遅延,コスト)は(2,1),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)

FIG.8



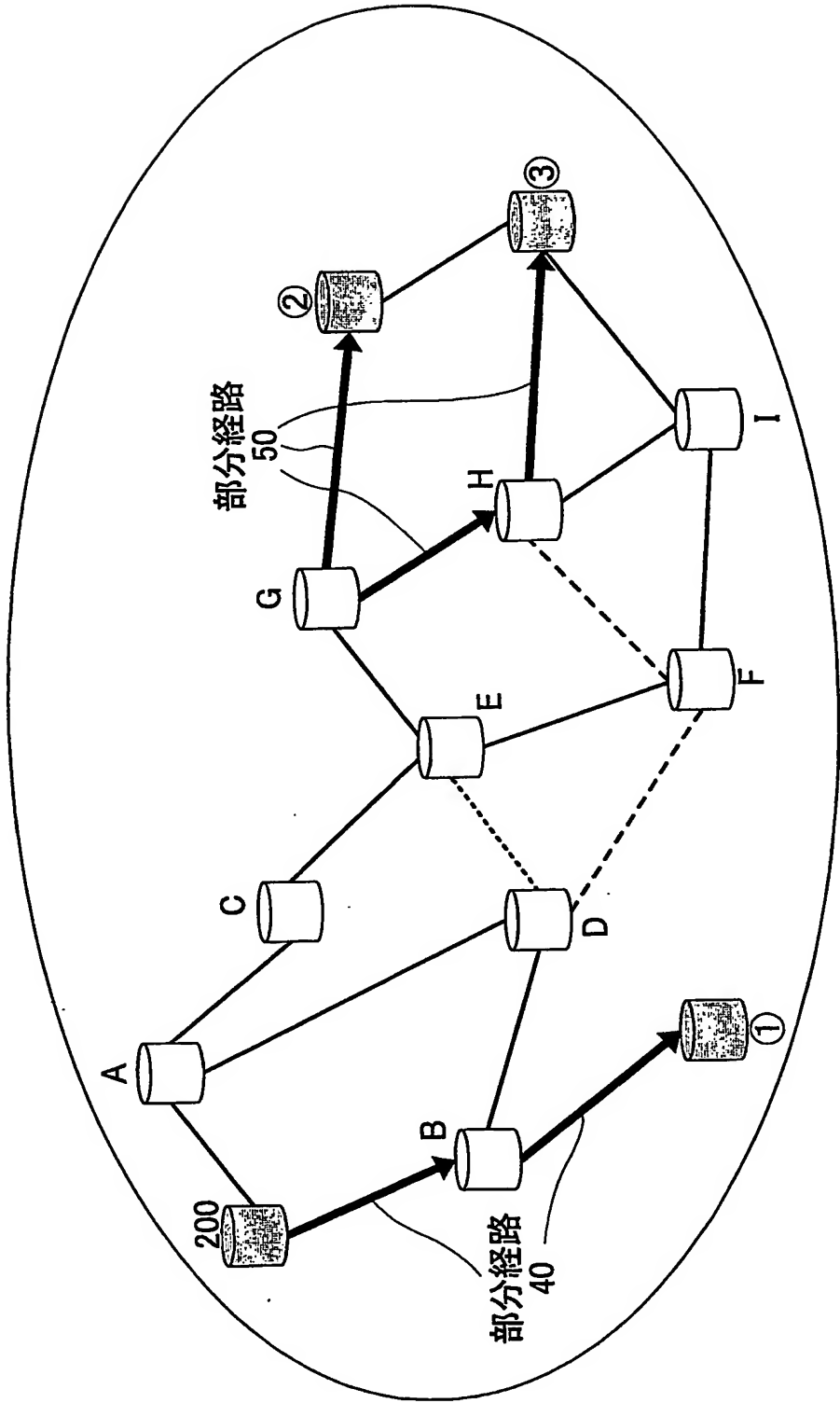
- 両方向の(遅延,コスト)は(1,1)
- 右方向移動時の(遅延,コスト)は(1,10),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)
- 右方向移動時の(遅延,コスト)は(2,1),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)

FIG.9



33がコスト最大→削除

FIG.10



33がコスト最大→削除

11/23

FIG.11

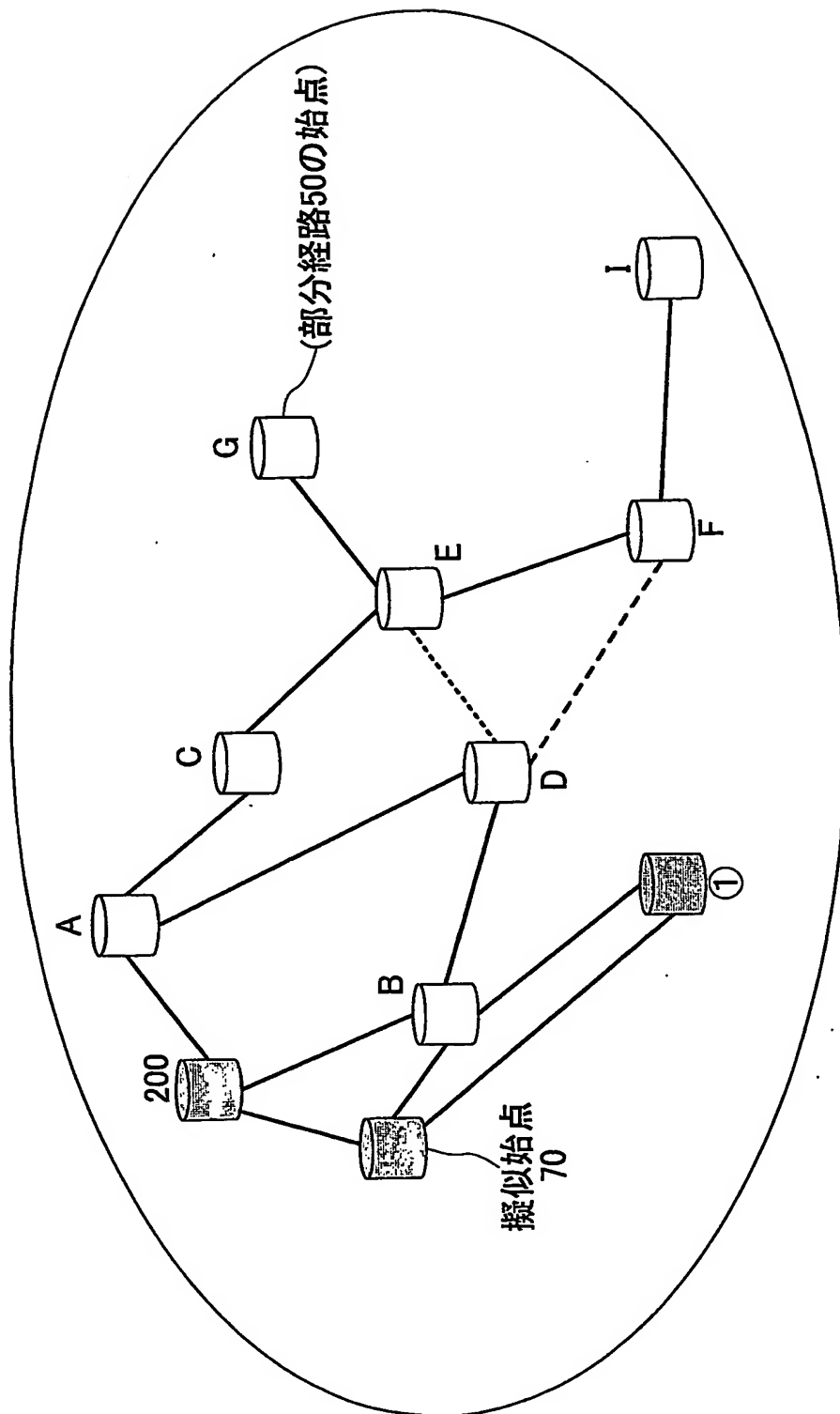


FIG.12

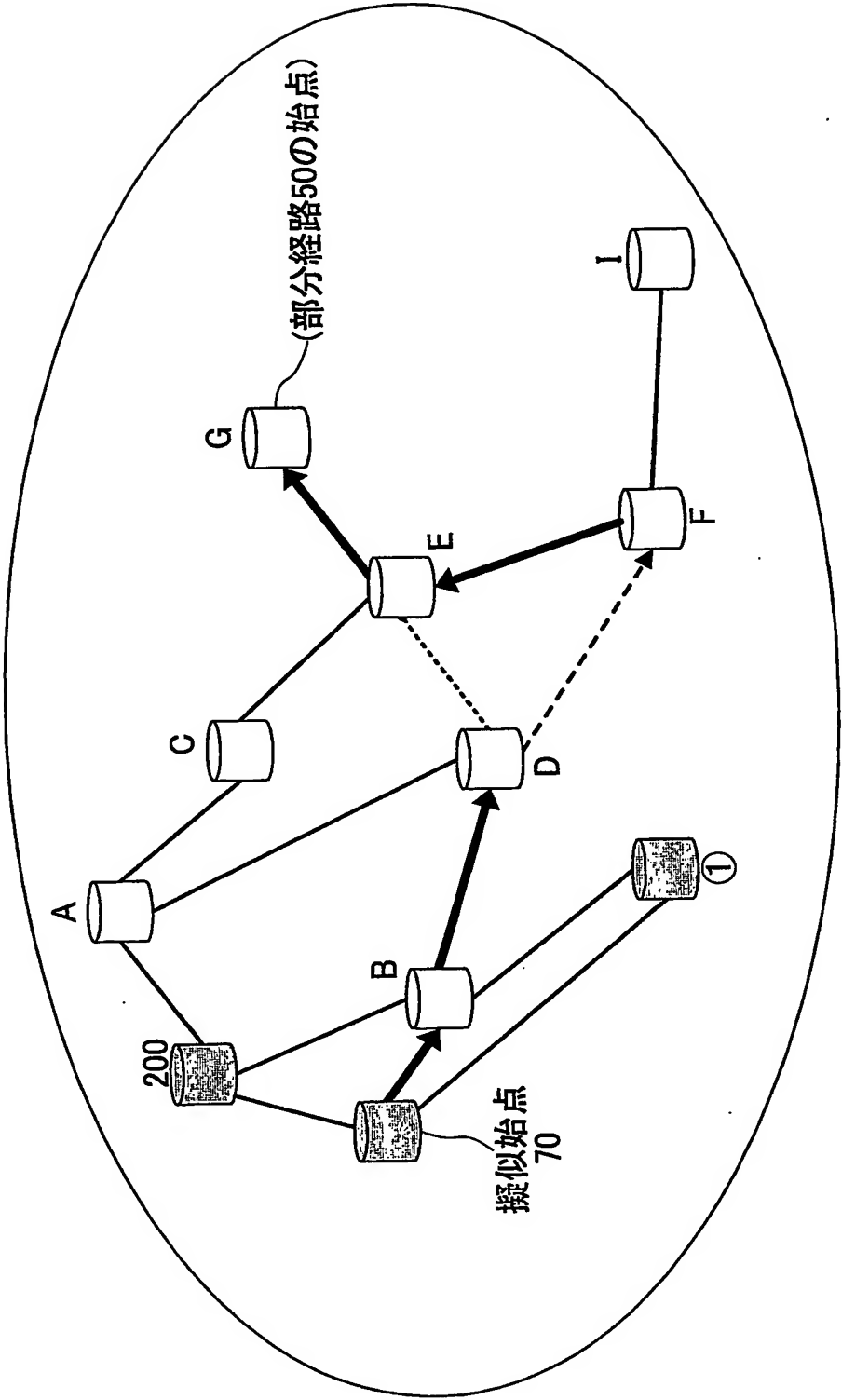
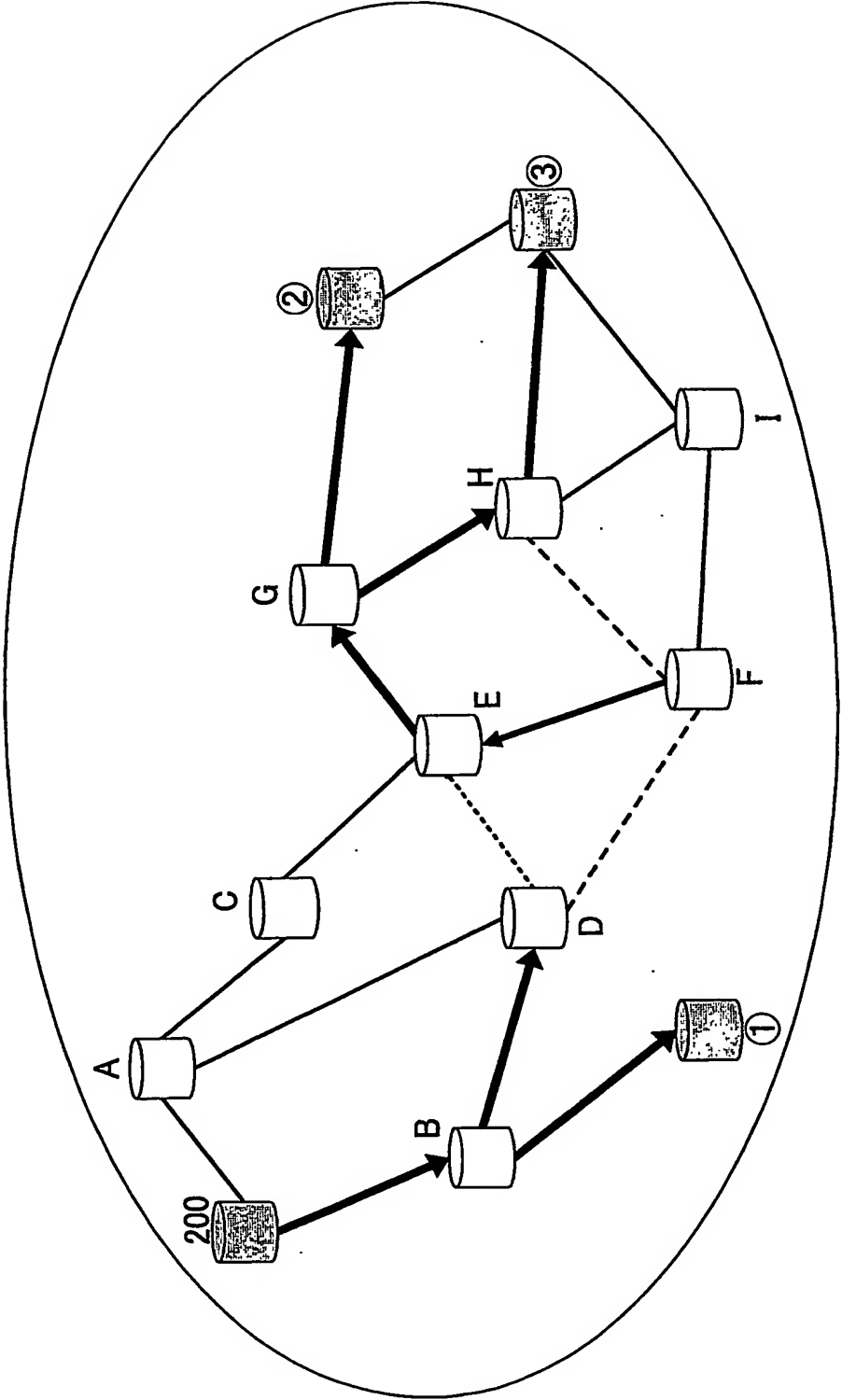


FIG.13



コストの変化: 17→9

FIG.14

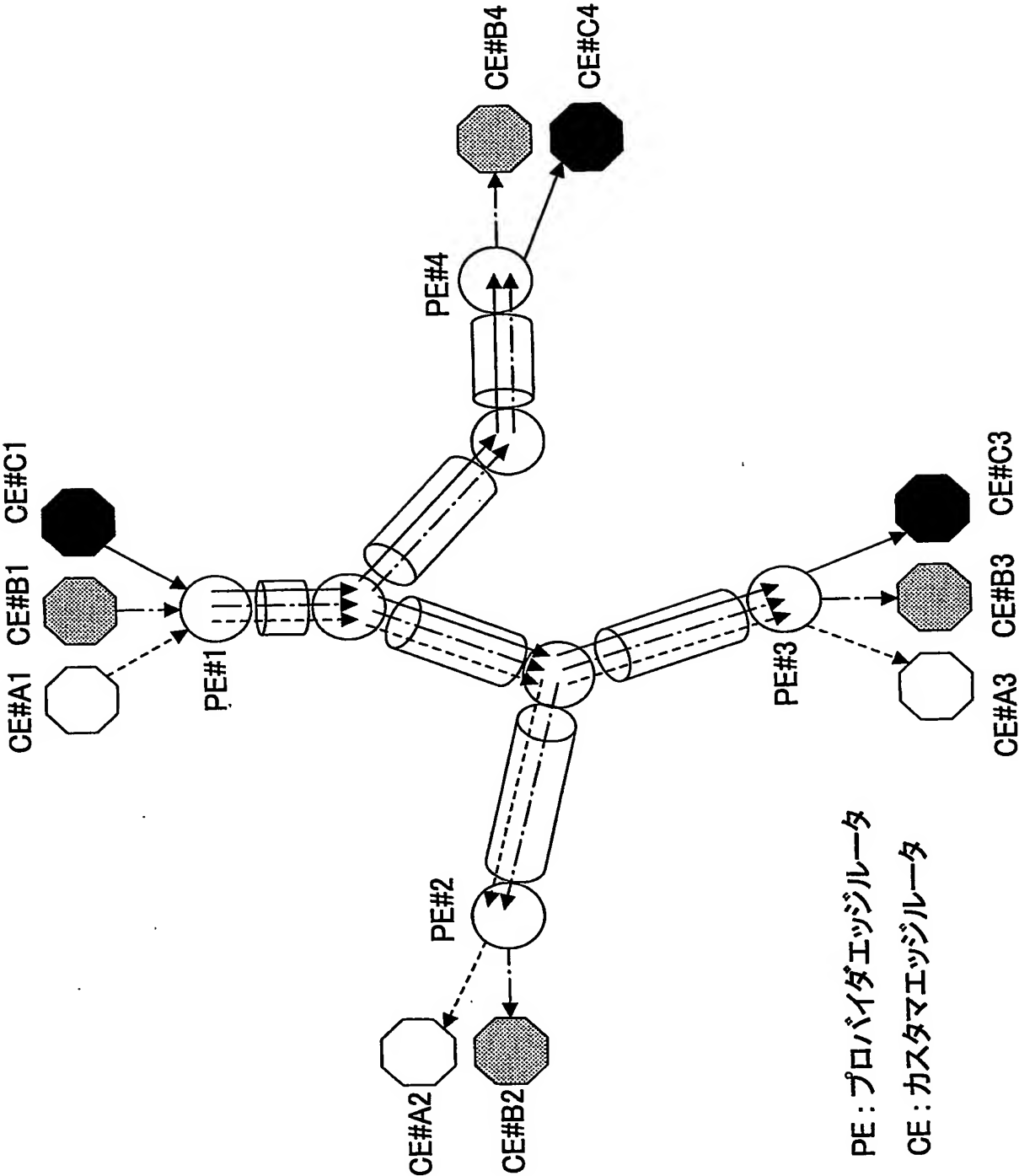


FIG.15

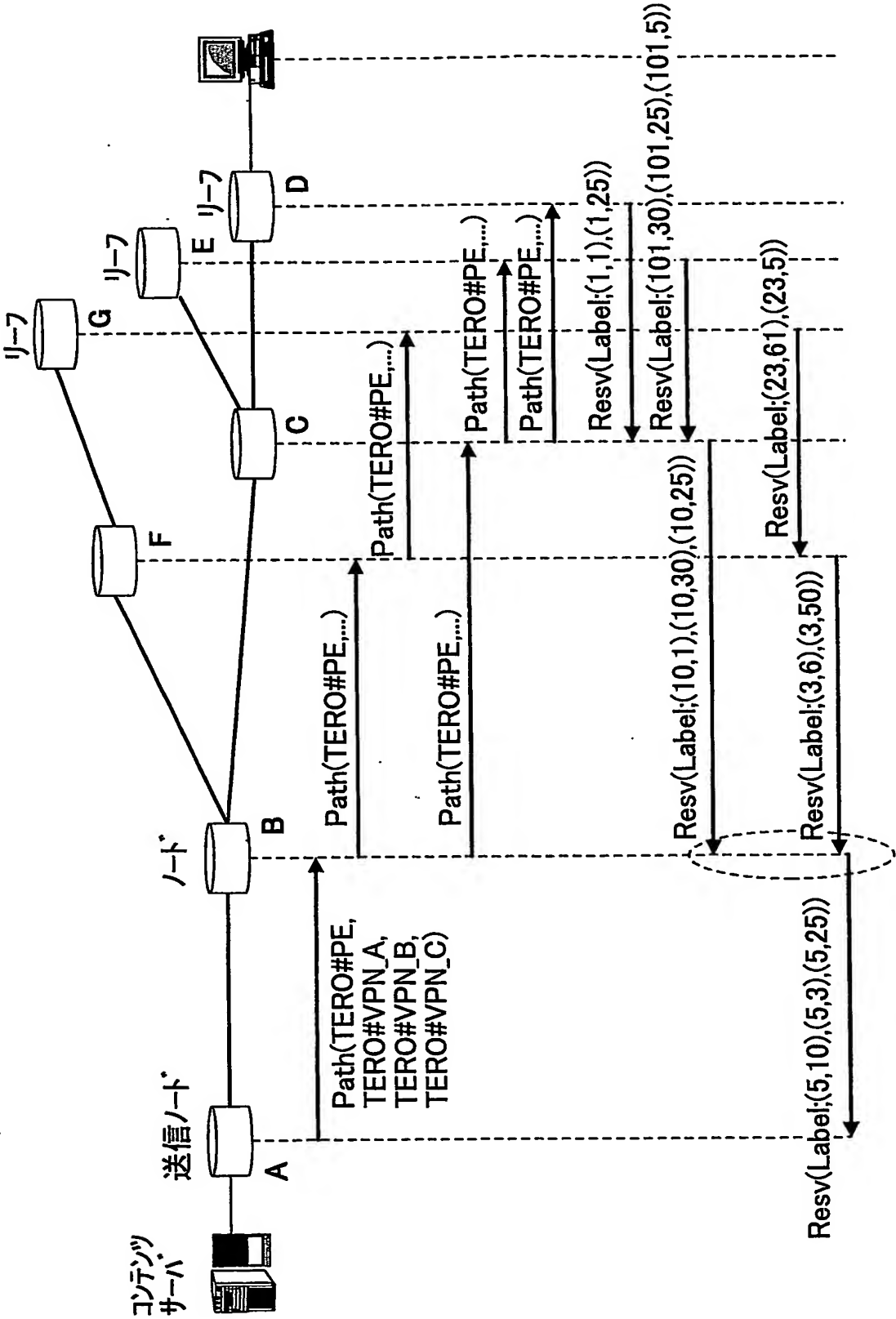
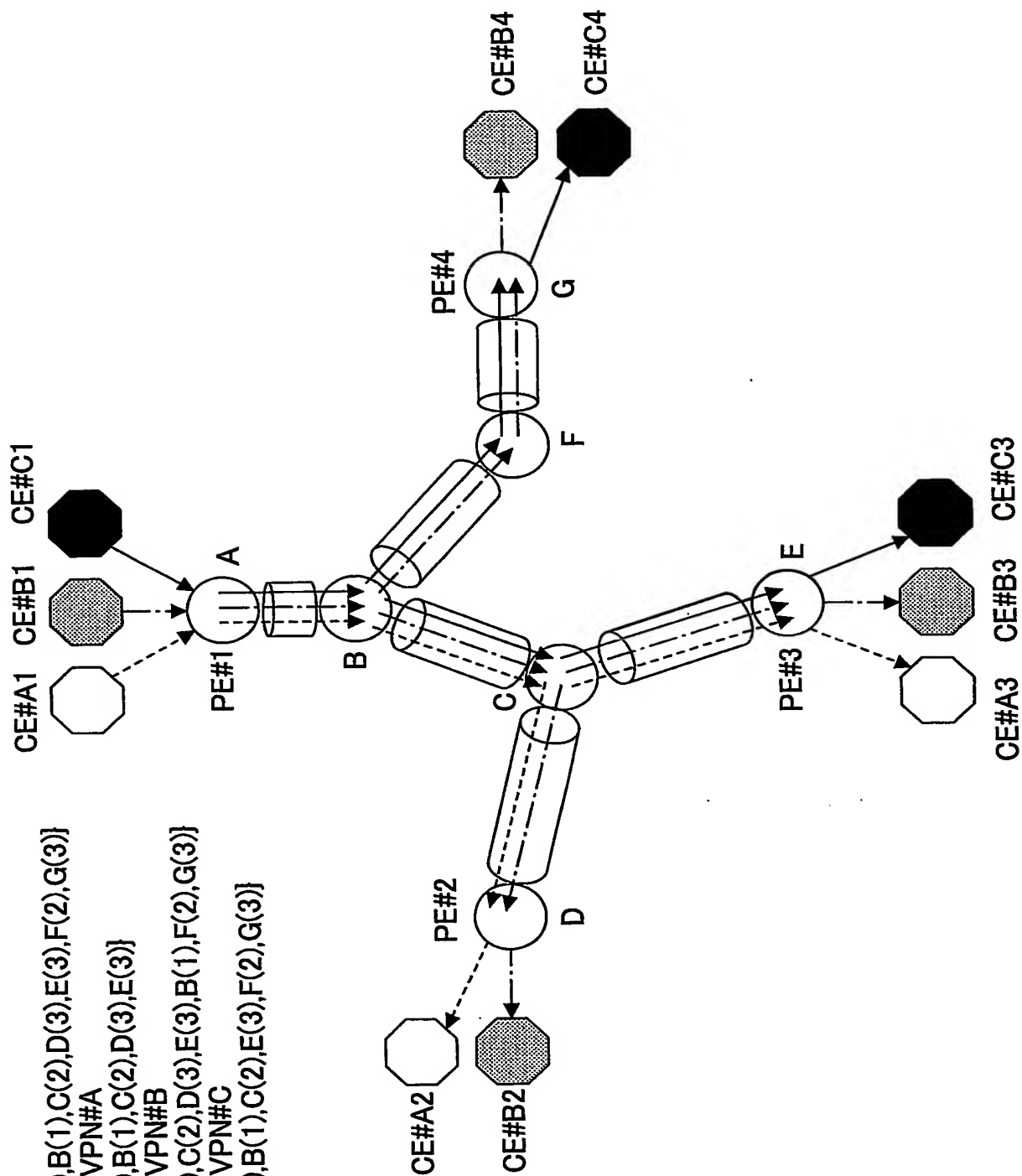


FIG.16

- ・第一階層
TERO=[A(0),B(1),C(2),D(3),E(3),F(2),G(3)]
- ・第二階層:VPN#A
TERO=[A(0),B(1),C(2),D(3),E(3)]
- ・第二階層:VPN#B
TERO=[A(0),C(2),D(3),E(3),B(1),F(2),G(3)]
- ・第二階層:VPN#C
TERO=[A(0),B(1),C(2),E(3),F(2),G(3)]



17/23

FIG.17

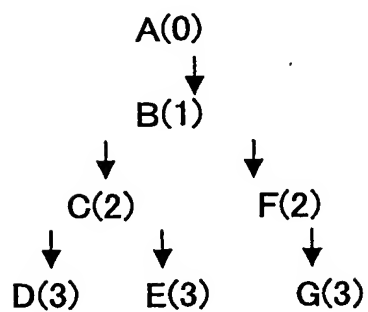


FIG.18

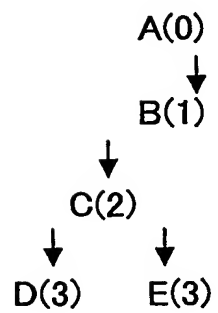


FIG.19

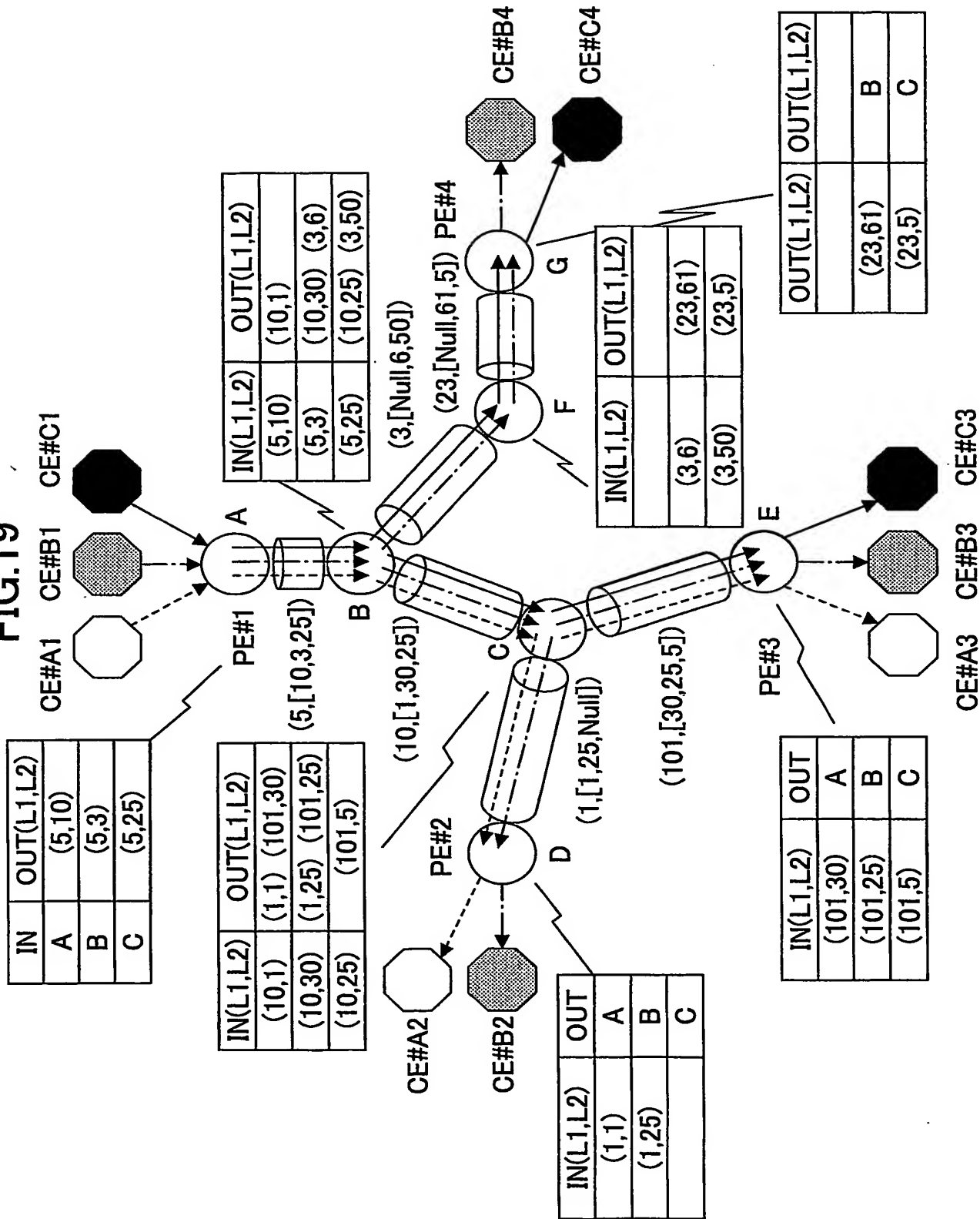


FIG. 20

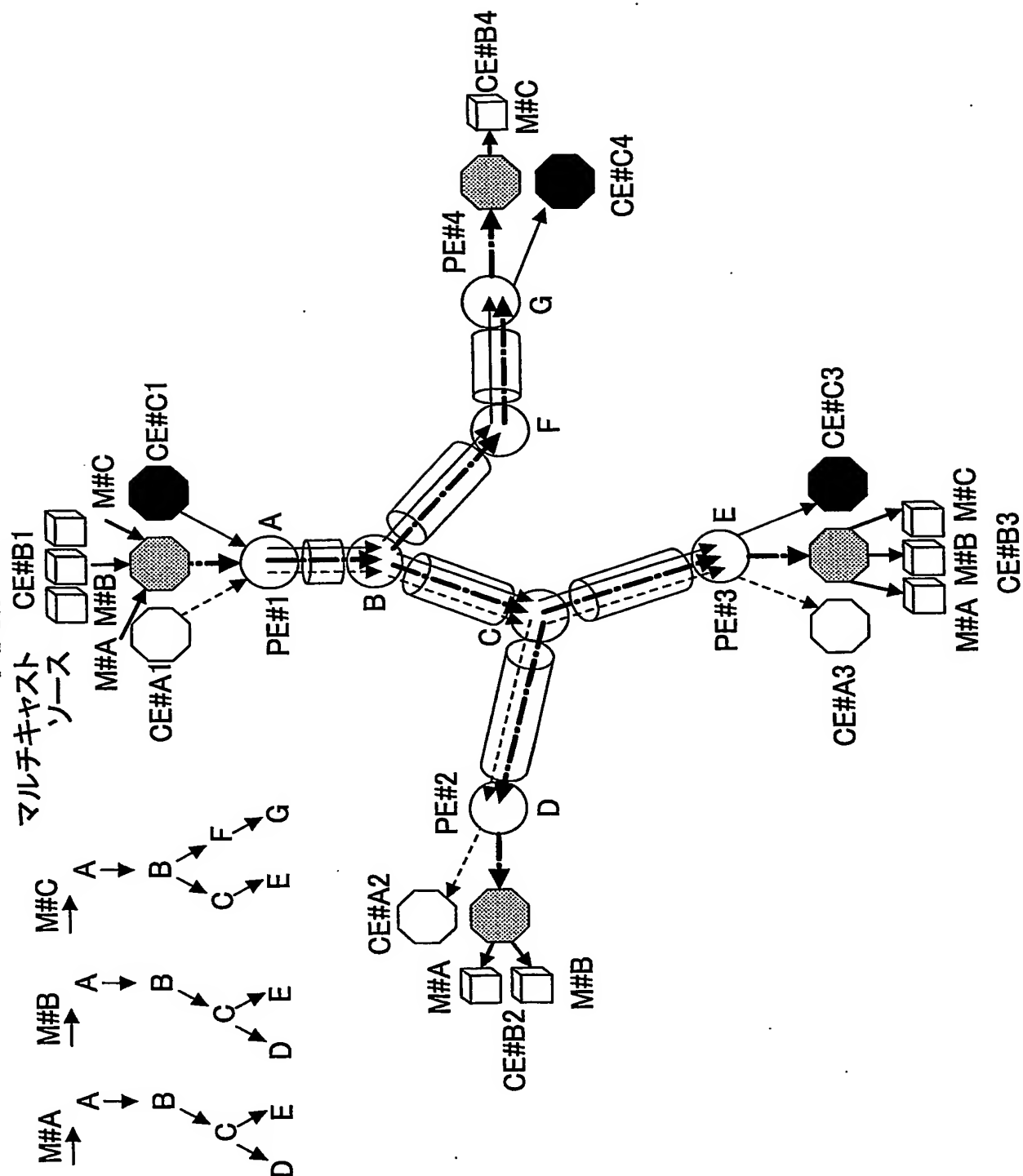


FIG.21

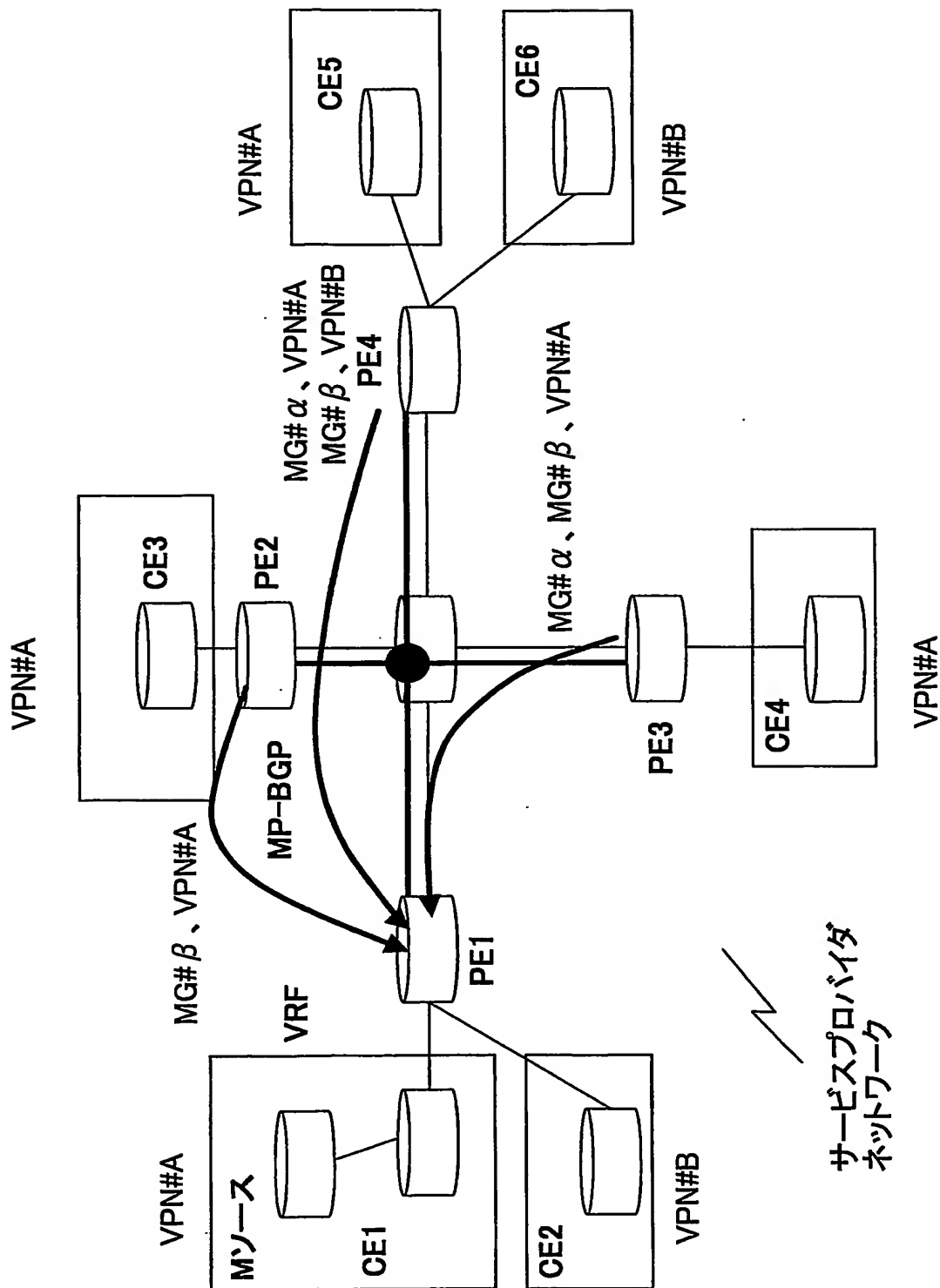


FIG.22

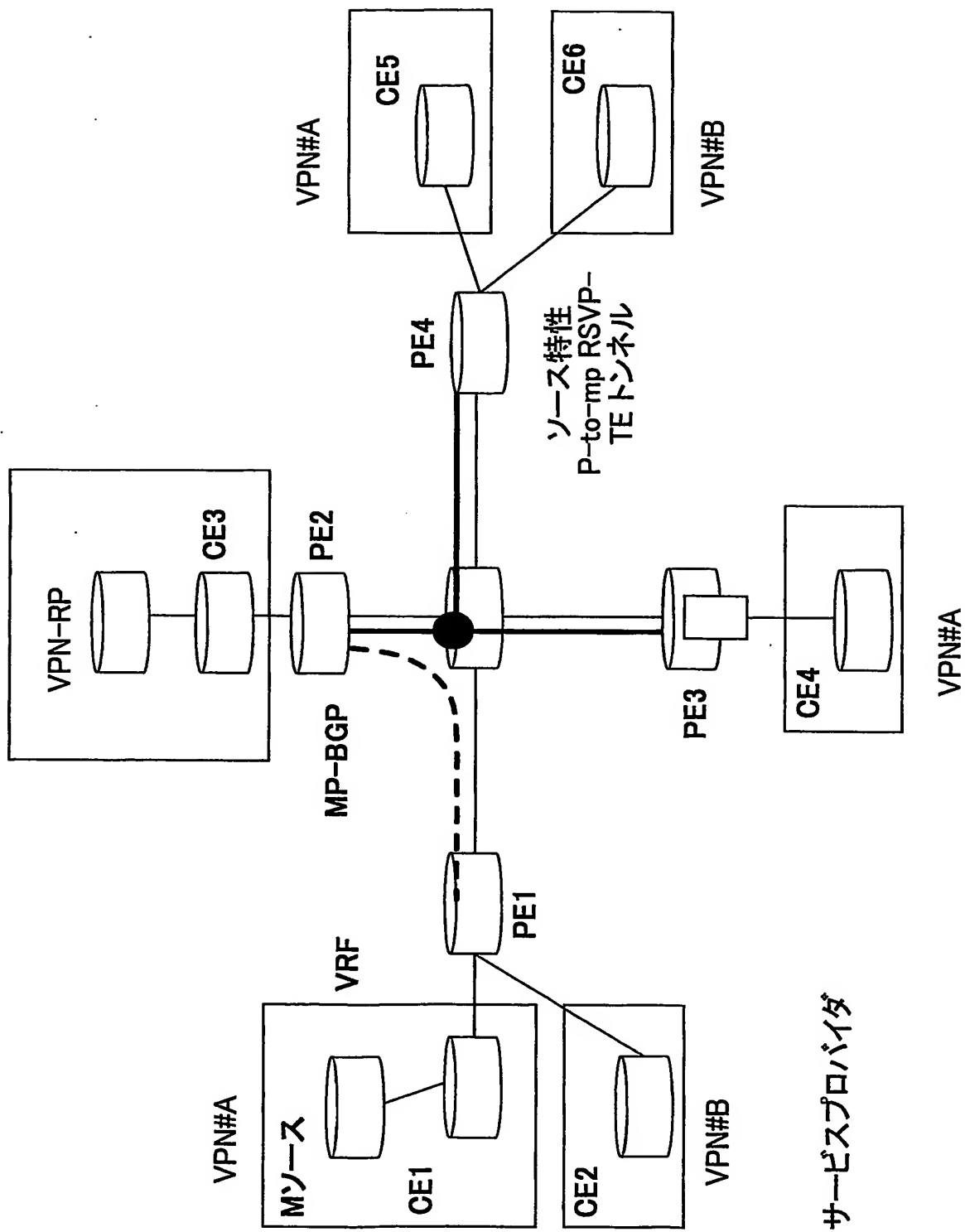


FIG.23

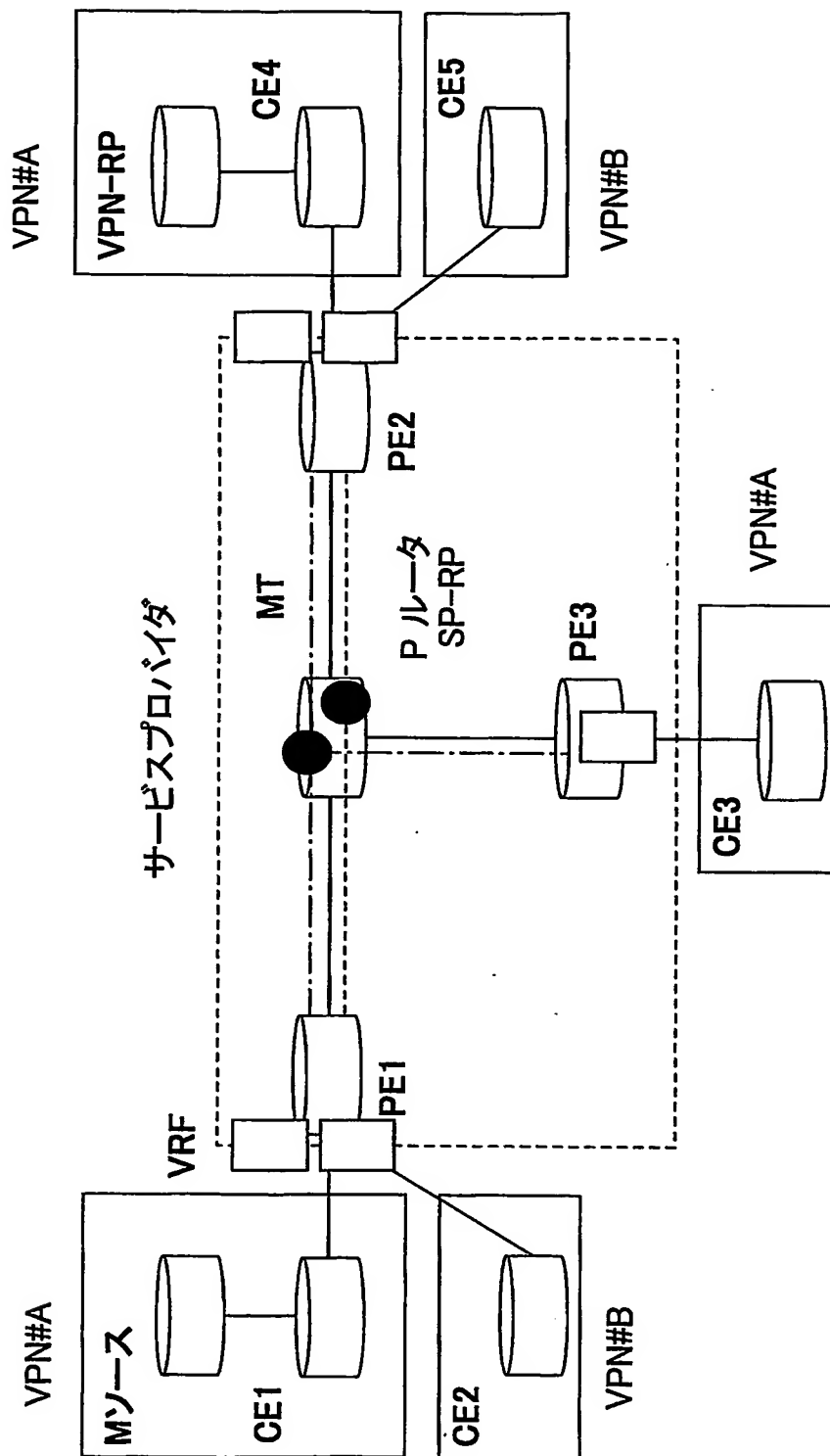
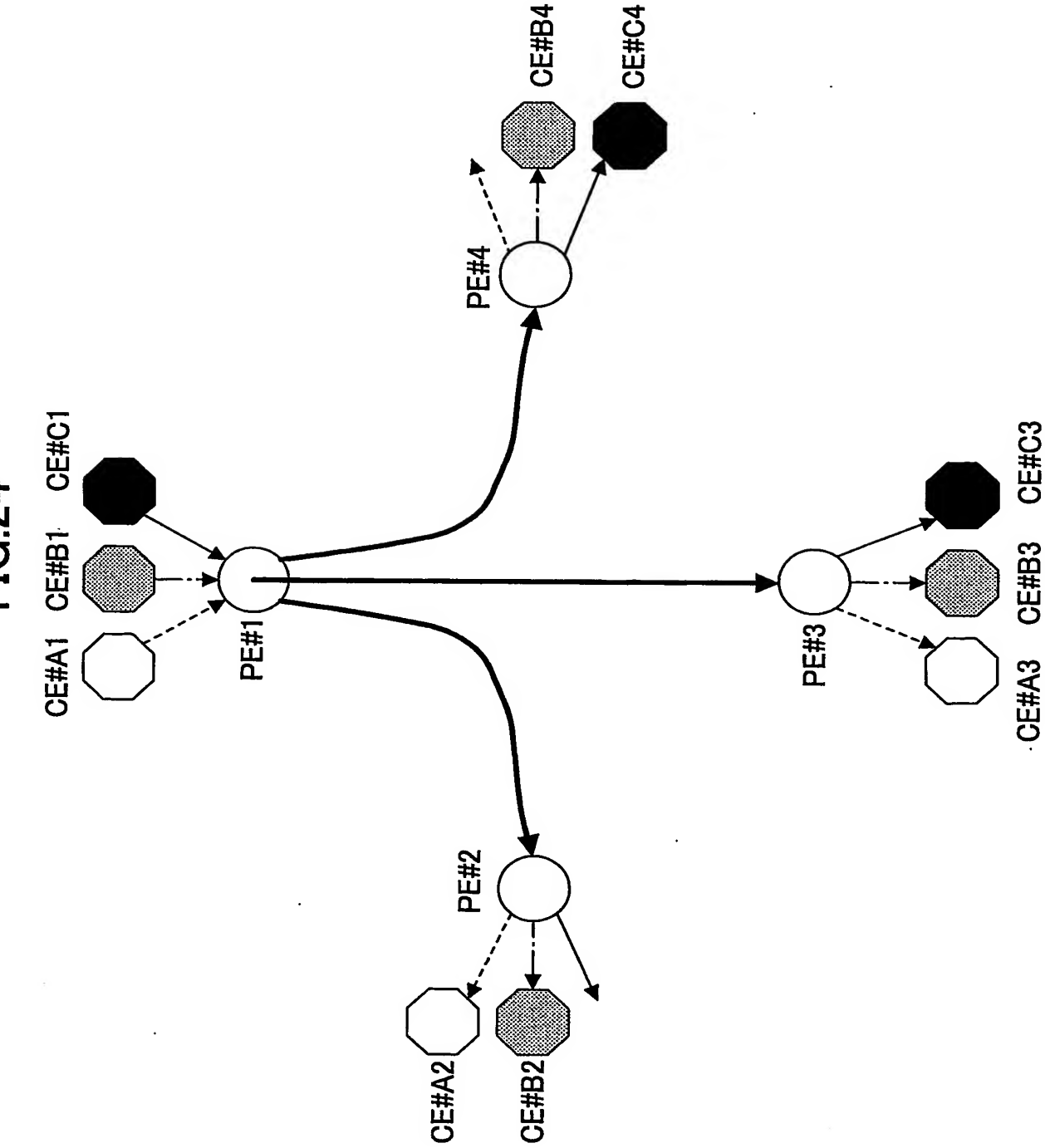


FIG.24



International application No.

PCT/JP2004/001246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.C1⁷ H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04L12/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Q. Zhu et al., "A source-based algorithm for delay-constrained minimum-cost multicasting", IEEE INFOCOM' Vol.1, pages 377 to 385, 1995	1,2,7,8, 13-16,21
A		3-6,9-12, 17-20
Y	JP 2002-176441 A (Fujitsu Ltd.), 21 June, 2002 (21.06.02), Claim 1; Par. No. [0051] & US 2002/0071391 A1	1,2,7,8, 13-16,21
A	Zhang Baoxian et al., "An efficient delay-constrained multicast routing algorithm", Proceeding of ICCT 2000, Vol.I & II, 2000, pages 1244 to 1247	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone .

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 April, 2004 (16.04.04)

Date of mailing of the international search report
11 May, 2004 (11.05.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No. .

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001246

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yongjun Im et al., "Multicast Routing Algorithms in High Speed Networks", Proceeding of the Fifth IEEE Computer Society Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, August, 1995; pages 495 to 501	1-21
A	JP 2002-300169 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 October, 2002 (11 10.02), Fig. 5 (Family: none)	1-21
A	JP 2001-156800 A (NEC Corp.), 08 June, 2001 (08.06.01), Par. Nos. [0041] to [0104]; Figs. 4 to 8 & US 2001/0002192 A1 & CA 2327075 A1	22-26
A	Hitoshi UTA et al., 'MPLS Jisso AYANE ni Okeru Packet Tenso Kiko no Sekkei Oyobi Jiso', Information Processing Society of Japan, Multimedia Tsushin to Bunsan Shori Workshop Ronbunshu, Information Processing Society of Japan Symposium Series, Vol.2000, No.15, 06 December, 2000 (06.12.00), pages 127 to 132	22-26
A	Nobuo KOHAKU et al., 'Takeiro Seigyo Omogata Multicast no Sekkei to Jisso ni Kansuru Kosatsu', Information Processing Society of Japan, Multimedia Tsushin to Bunsan Shori Workshop Ronbunshu, Information Processing Society of Japan Symposium Series, Vol.2000, No.15, 06 December, 2000 (06.12.00), pages 175 to 180	22-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001246

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to claims 1-21 and claims 22-26 is "multicast distribution".

However, this technical feature is not novel since it is generally carried out in the technical field of network communication.

Consequently, the technical feature is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence since it makes no contribution over the prior art.

(continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001246

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Claims 1-21 define inventions according to which a multicast tree is created by creating a multicast tree leading to a shortest delay time and by correcting the multicast tree according to a selection criterion effective in reducing cost.

Claims 22-26 define inventions according to which labels used for label switching are made hierarchical and multicast is carried out using the hierarchical labels.

Therefore, these two groups of inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H04L12/56

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H04L12/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	Q. Zhu et al., "A source-based algorithm for delay-constrained minimum-cost multicasting", IEEE INFOCOM'95 vol. 1, pp. 377-385, 1995	1, 2, 7, 8, 13-16, 21 3-6, 9-12, 17-20
Y	J P 2002-176441 A (富士通株式会社) 2002.06.21 請求項1, 第0051段落 &US 2002/0071391 A1	1, 2, 7, 8, 13-16, 21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
16.04.2004

国際調査報告の発送日

11.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
玉木 宏治

5 X 3047

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	Zhang Baoxian et al., "An efficient delay-constrained multicast routing algorithm", Proceedings of ICCT2000, Vol. I&II, 2000, pp.1244-1247	1-21
A	Yongjun Im et al., "Multicast Routing Algorithms in High Speed Networks", Proceedings of the Fifth IEEE Computer Society Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, 1995.08, pp.495-501	1-21
A	J P 2002-300169 A (三菱電機株式会社) 2002.10.11 第5図 (ファミリーなし)	22-26
A	J P 2001-156800 A (日本電気株式会社) 2001.06.08 第0041段落から第0104段落, 第4図から第8図 &US 2001/0002192 A1 &CA 2327075 A1	22-26
A	宇多 仁 他, 「MPLS実装AYAMEにおけるパケット転送機構の設計および実装」, 情報処理学会, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2000 No.15, 2000.12.06, pp.127-132	22-26
A	小柏 伸夫 他, 「多経路制御面型マルチキャストの設計と実装に関する考察」, 情報処理学会, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2000 No.15, 2000.12.06, pp.175-180	22-26

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-21の発明、請求の範囲22-26の発明に共通の事項は、「マルチキャスト配信」である。

しかしながら、前記共通の事項は、ネットワーク通信の技術分野において、一般的に行われていることであり、新規な事項ではない。

結果として、前記共通の事項は、先行技術に域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術事項ではない。

(以下、特別ページへ続く)

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

結局、

請求の範囲 1-21 の発明は、遅延時間が最小となるマルチキャストツリーを作成し、コスト削減に有効である選択基準に従って、当該形成したマルチキャストツリーを修正するという手順によって、マルチキャストツリーの作成を行うものである。

請求の範囲 22-26 の発明は、ラベルスイッチングで用いられるラベルを階層化し、当該階層化したラベルを用いてマルチキャストを行うものである。

したがって、これらの 2 つの発明群が単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明であるとは認められない。